Die Stratigraphie des Oberen Malm im Lauchertgebiet (Schw. Alb) als Unterlage für tektonische Untersuchungen

---

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

Vorgelegt von
Artur Roll
aus Tübingen

Die vorliegende Arbeit erscheint als Abhandlung der Preußischen Geologischen Landesanstalt, N. F. Heft 135

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Tag der mündlichen Prüfung: 5. Juni 1930

Inhalt

Seite

Zur Einleitung 5

Der obere Malm

I. Einführung 7
II. Zur Anwendung der Begriffe δ, ε und ζ 10
III. Die geschichtete Facies 14
1. Die Schichten mit *Rasenia pseudomutabilis* De Lor. 14
a) Die Quaderkalke 14
b) Der Linsenkalk 16
2. Die Pseudomutabilis — Subeumela — Übergangsschichten 18
3. Die Schichten mit *Sutneria subeumela* Schn. 20
4. Die Zone des *Perisphinctes setatus* Schn 22
5. Die Schichten mit *Perisphinctes ulmensis* Opp. 34
a) Allgemeines und Untergliederung 34
b) Der untere Teil der Siliceuszone im nördlichen Gebiet 37
c) Die Aufschlüsse bei der Ziegelhütte Neufra 39
d) Die Aufschlüsse von Gammertingen 46
e) Nördliches Gebiet, Zusammenfassung 51
f) Der südliche Teil des Untersuchungsgebiets 52
g) Faunistische Zusammenfassung 57
6. Die Zementmergel 61
7. Die Hangenden Bankkalke 69
8. Die stratigraphische Stellung der Zementmergel 77
9. Die stratigraphische Stellung der Nusplinger Plattenkalke 78
IV. Die zoogene Facies samt ihrem Verhältnis zur geschichteten 80
1. Einleitung 80
2. Der δ-Schwammkalk 81
3. Das Altersverhältnis der zoogenen und geschichteten Facies 83
4. Anzeichen der inneren Struktur des Massenkalks 87
5. Die äußeren Umrisse der Massenkalkstöcke 88
6. Die Entstehung der Mulden 90
7. Der Massenkalk als Schwammbank 93
8. Mulden und Atolls 98
9. Die Lagerung der geschichteten Sedimente in den Mulden 99
10. Die Sekundärmulden 101
11. Abtragungserscheinungen am Massenkalk 105
12. Der Schuttfall vom Massenkalk in die Mulden hinein 108
13. Der Wechsel der Meerestiefe von den Quaderkalken bis zu den Zementmergeln 113
14. Die ebene Oberfläche des Massenkalks 116
15. Das Problem der völligen Zuschüttung der Mulden 118
16. Die Küstenlinie 119
17. Die zoogene Facies der Ulmensisschichten und Zementmergel 122
18. Kleine Wucherungen in den Ulmensisschichten 128
19. Die Diagenese des Massenkalks zu Zuckerkorn und Dolomit 131
20. Das Auftreten von Kieselsäure in der geschichteten Facies 137
21. Die Transgression der Hangenden Bankkalke 138

Tektonische Bemerkungen

1. Vorbemerkungen 140
2. Streichen und Fallen der Schichtfolge 141
3. Der Hohenzollerngraben 143
4. Das System der Lauchertstörungen 145
5. Der Donauabbruch 148
6. Das Alter der Störungen 149

Zusammenfassung 151
Literaturverzeichnis 156

Zur Einleitung

Die vorliegende Studie entstand auf Anregung von Herrn Professor Dr. Hennig. Sie sollte in erster Linie der Erfassung der Tektonik dienen; da im Gebiet der mittleren und unteren Lauchert neben den spärlichen tertiären und diluvialen Sedimenten ausschließlich Oberer Malm ansteht und dessen Kenntnis zu wünschen übrig ließ, mußte zuerst stratigraphische Vorarbeit geleistet werden, deren Darstellung nun in der Arbeit den breitesten Raum einnimmt.

Herrn Professor Dr. Hennig danke ich aufrichtig für manchen wertvollen Rat, für die große Anteilnahme, die er dauernd dem Fortschreiten der Untersuchung entgegenbrachte, und dafür, daß ich wiederholt Begehungen draußen mit ihm durchführen durfte.

Herrn Hauptkonservator Dr. F. Berckhemer - Stuttgart habe ich für viele, freundlich und bereitwillig gegebene Auskünfte über seine noch nicht veröffentlichten paläontologischen und stratigraphischen Ergebnisse zu danken, für Führung an dem von ihm bearbeiteten Profil von Grabenstetten, ganz besonders aber dafür, daß er die Bestimmung der Ammoniten übernahm. Denn da viele der Formen Herrn Dr. Berckhemer zwar schon von anderen Fundorten bekannt waren, aber — weil neu — von ihm erst bearbeitet wurden, und seine Untersuchungen noch nicht veröffentlicht sind, hätte ich ohne seine Hilfe meine Ammoniten gar nicht bestimmen können.

In meinen Fossillisten stehen deshalb neben schon bekannten auch viele neue Namen, die erst nach Erscheinen der Berckhemer'schen Arbeit belegt sind. Die Bearbeitung der wenigen Stücke, die sich bis jetzt nur im Laucherttal fanden, hat Herr Dr. Berckhemer in freundlicher Weise ebenfalls übernommen. Da Herr Dr. Berckhemer die Physodoceraten noch nicht endgültig erledigt hatte, mußten sie teilweise vorerst unberücksichtigt bleiben.

Herr Privatdozent Dr. K. Beurlen - Königsberg hatte die Freundlichkeit, die Bestimmung einiger schlecht erhaltenen und deshalb für mich unbestimmbaren Decapodenreste zu übernehmen. Ihm sei auch an dieser Stelle bestens gedankt.

Herrn Oberlehrer E. Rebholz - Tuttlingen bin ich für seine freundliche Führung am Profil der Kolbinger Steige sowie für verschiedene Auskünfte über den Malm der Tuttlinger Gegend zu großem Dank verpflichtet.

Ferner gebührt mein Dank Herrn Professor Dr. Broili - München dafür, daß er mir gestattete, in der Münchener Sammlung das Belegmaterial zur Schneid'schen Arbeit anzusehen; den Herren Prof. Dr. Krumbeck und Privatdozent Dr. P. Dorn in Erlangen, die mir bereitwilligst das von ihnen bearbeitete Material aus nordfränkischem Oberem Malm zeigten, und endlich Frau A. Lehner - Nürnberg, die mir erlaubte, die Malmsammlung ihres verstorbenen Sohnes, des Herrn A. Lehner, zu besichtigen.

Die spezielle Literatur über das untersuchte Lauchertgebiet ist, was den Malm anbetrifft, sehr arm.

Nur die berühmten Fossilfundpunkte beim Nollhof nördlich von Sigmaringen und die der Fürstenhöhe (mit Rauschberg und Hohrain) zwischen Oberschmeien und Jungnau werden immer wieder erwähnt, sonst nur ganz gelegentlich einzelne Angaben gemacht (z. B. O. Fraas 1855, S. 79; Oppel 1858, S. 774; Engel 1893; Schmierer 1902 und 1915). Die postjurassischen geologischen Zeugnisse dagegen sind teilweise eingehend bearbeitet worden.

Achenbach (1856) gab als erster mit einer kurzgefaßten Erläuterung eine geologische Karte, in der der gesamte Malm zu einer Einheit zusammengenommen und die miozäne Juranagelfluh noch nicht als solche erkannt und ausgeschieden ist.

1869 und 1871 erfolgte die Aufnahme der Blätter Ebingen und Friedingen der „geognostischen Spezialkarte von Württemberg im Maßstab 1:50 000" durch Hildenbrand, ihre Herausgabe nebst Begleitworten von Quenstedt 1877 und 1878, die aber auf Einzelheiten nicht eingehen, sondern ziemlich allgemein gehalten sind. Auch in den 1875 veröffentlichten Regelmann'schen trigonometrischen Höhenbestimmungen finden sich einige geologische Angaben.

Das Tertiär des Lauchertgebiets ist besonders durch die den Bohnerzen eingelagerten Säugerreste bekannt geworden, sie wurden von Schlosser (1902) gründlich beschrieben. Leuze (1921) verdanken wir eine ausführliche Darstellung der miozänen Marinmolasse von Harthausen auf der Scheer-Winterlingen und der wenig jüngeren, ebenfalls miozänen Juranagelfluh, deren Hauptvorkommen im Gebiet die zusammenhängende Decke Winterlingen—Benzingen—Blättringen ist.

Die pliozänen Donauschotter wurden von Dietrich (1904) bearbeitet, und auch in seiner Kontroverse mit Schad (1912/13) wurde das Lauchertgebiet in Betracht gezogen. Neue Funde davon, sowie neue Bemerkungen über das marine und fluviatile Tertiär machte Hennig (1926).

Das Diluvium schließlich fand seine Untersuchung durch Schad (1911), und ebenfalls von Schad (1912) stammt eine leider nicht belegte und wohl auch teilweise anzweifelbare Tabelle von Lauchertterrassen.

Hennig (1926) erkannte als Erster in Form der mächtigen und von ihm als sehr jung bestimmten Lauchertstörung auch tektonische Züge und schloß an ihre Beschreibung talgeschichtliche Erörterungen an. Deecke (1926) versuchte, im Anschluß an eine Skizze von Göhringer, eine Abhängigkeit des Donaulaufs von der Tektonik auch in der Gegend von Sigmaringen zu beweisen.

Der Obere Malm

I. Einführung

Während im Unteren und weithin auch noch im Mittleren Malm die zoogene Fazies hinter der normalen geschichteten stark zurücktritt und nur lokal vorherrschend ist (Lochengebiet), stellen sich mit dem Malm δ, und in dessen Verlauf immer mehr an Bedeutung wachsend, überall im schwäbischen Jura die zoogenen Bildungen ein. Hennig (1923) hat mit Hilfe vergleichender Zusammenstellung der Mächtigkeit der einzelnen Malmstufen im ganzen schwäbischen Gebiet und durch Verfolgung der Wanderungsrichtung der zoogenen Fazies aufzeigen können, wie die Küste allmählich von W und NW her gegen die heutige Alb vorrückte, und zur Zeit des Oberen Malm dürfen wir sie in ziemlicher Nähe vermuten. Ein widriges, aber kaum dem Zufall gehorchendes Geschick hat es nun so gefügt, daß das uns heute erhaltene Obermalmband der Schwäbischen Alb dieser Küste mehr oder weniger parallel läuft und sich ausschließlich aus dem ihr vorgelagerten Gürtel zoogener Bildungen mit all ihrer Mannigfaltigkeit zusammensetzt. Die Sedimente, die faziell unserem tieferen Malm entsprechen, müssen wir unter dem Tertiär und Diluvium Oberschwabens suchen. Könnten wir sie erforschen, wäre die Stratigraphie des schwäbischen Oberen Malm sicher schon längst klargelegt worden, während sie ohne diese Hilfe auf den ersten Blick und ohne genaues Zusehen ziemlich verwickelt erscheint.

Die zoogene Fazies breitete sich nämlich so stark aus, daß im oberen Teil des Malm δ und noch etwas höher die geschichtete fast völlig zurückgedrängt wird.

Bis vor kurzem herrschte deshalb allgemein die Anschauung, daß „ε" als zusammenhängende Decke von Massenkalk entwickelt ist, also der Absatz geschichteter Sedimente eine Zeitlang ganz unterblieb, und daß erst über bald mehr, bald weniger mächtigem Massenkalk wieder die geschichteten ζ-Sedimente sich einzulagern begannen. In den von den verschiedenen Autoren gegebenen profilmäßigen Darstellungen des Oberen Malm ist dieser Auffassung unmißverständlich bildlicher Ausdruck verliehen worden. Schmierer (1902, S. 541—43) wies schon darauf hin, daß bei Grabenstetten Bankkalke von δ bis ζ hinaufgehen, daß also hier ε vollständig geschichtet ausgebildet ist und damit eine Ausnahme von der Regel, ja sogar der Schlüssel zum Verständnis der Stratigraphie vorliegt. Schmierer beweist so als Erster, daß es tatsächlich Stellen gibt, an denen die normale Sedimentation auch im Oberen Malm ununterbrochen weiterging, daß trotz der weitgehenden „Überwucherung" einige wenige Flecke davon frei blieben. Damit ist die Möglichkeit geboten, „δ" mit „ζ" biostratigraphisch zu verbinden.

Schmierer konnte aber diese Erkenntnis noch nicht auswerten, denn die Ammoniten waren damals für ihn unbestimmbar. Inzwischen erschienen die wichtigen Untersuchungen Schneid's (1914—15) über fränkischen Oberen Malm mit einer ersten Untergliederung des „ζ" und vor allem mit einer ausführlichen und gründlichen Beschreibung stratigraphisch wertvoller Ammoniten. Diese konnten alsbald zum großen Teil — besonders die der Beckerizone Schneid's — auch im schwäbischen Jura nachgewiesen werden. Es ist dies das große Verdienst Berckhemer's und der Herren Prof. Bracher-Ulm, Prof. H. Fischer-Rottweil, Pfarrer Th. Hermann-Holzmaden, Oberlehrer Rebholz-Tuttlingen, die die Profile von Grabenstetten und der Tuttlinger Gegend untersuchten. Es gelang dabei sogar, die Beckerizone Schneid's noch weiter aufzuspalten. Berckhemer und H. Fischer (1921 u. 1922, S. LIII) verdanken wir gut zusammenstimmende stratigraphische Tabellen, die hier nebeneinander gestellt sein mögen.

Berckhemer-Bracher	Fischer
Hor. VI	Krebsscherenkalk
	Tonlager
Hor. V. Fossilarme Plattenkalke	Korallen-Horizont, petrefaktenarm
Hor. IV (*Zio-Wepferi*-Hor.)	*Zio-nudocrassata*-Hor.
Hor. III (*Setatus-Comatus*-Hor.)	*Comatus-setatus*-Hor.
Hor. II oben	Zwischenschichten
Hor. II (*Subeumela*-Hor.)	*Subeumela*-Hor.
	Ober-, Mittel-, Unter- } Epsilon
	Obere, Mittlere, Untere } Stufe des *Aulacostephanus pseudomutabilis* de Lor.

Weitere Angaben machte E. Rebholz (1926, S. 249) speziell über die Steige Mühlheim—Kolbingen (Gegend von Tuttlingen), nachdem H. Fischer in einer ungedruckten Dissertation (1921, maschinenschriftliches Exemplar im Geologischen Institut Tübingen) von dort und Tuttlingen allerdings ziemlich unzulänglich aufgenommene und in der Mächtigkeit manchmal nicht ganz zutreffende

Profile gegeben hatte. Eine kurze Beschreibung der Profile von Grabenstetten gab Berckhemer (1926 a, S. 240/41). Herr Dr. Berckhemer hat sie genau aufgenommen, aber noch nicht veröffentlicht, und ich verdanke ihm viele mündliche Mitteilungen darüber. Bei Grabenstetten liegen zwischen der obersten Bank, die *Rasenia eudoxa* d'Orb. enthält und deshalb noch zu δ zu ziehen ist, und dem tiefsten Fund von *Sutneria subeumela* Schneid 18 m geschichtetes Gestein: „bräunlich oder hell, gelblich-weißlich-bräunlich gefärbt, z. T. ziemlich glatt, mit muscheligem Bruch; die glatte Ausbildung wird gelegentlich durch massige unterbrochen". Diese Schichten entsprechen der Lage nach und auch petrographisch dem „Epsilon" der Fischer'schen Tabelle. Sie sollen vorläufig — nach einer mündlichen Angabe Herrn Dr. Berckhemer's — *„Pseudomutabilis-Subeumela*-Übergangsschichten" genannt werden.

Nachdem auch bei Ulm (Berckhemer 1922) und im Gebiet des Blattes Heidenheim der Karte 1:50 000 (Berckhemer 1924) einzelne Zonen der geschichteten Fazies festgestellt werden konnten, also wahrscheinlich gemacht worden war, daß sie sich überall auf der Alb nachweisen lassen, erwächst die Aufgabe, irgend ein Gebiet systematisch und gründlich auf die Art ihres Auftretens zwischen der zoogenen Fazies zu untersuchen. Des weiteren tritt erneut das Problem des Altersverhältnisses der geschichteten und ungeschichteten Fazies auf, denn zum alten „ζ" kamen ja einige neue Zonen hinzu, so daß der Massenkalk nicht mehr summarisch dem „δ" oder „ζ" zugeteilt werden kann, sondern eine präzise Stellungnahme erforderlich ist. Ferner gilt es, innerhalb des alten „ζ" eine eingehendere Gliederung zu versuchen bzw. zu erproben, ob die für die Tuttlinger Gegend aufgestellte auch sonst Gültigkeit besitzt, und schließlich muß versucht werden, ob mit Hilfe des neuen Zonenschemas und der dadurch möglichen größeren Genauigkeit dem Massenkalk nicht besser beizukommen ist, als es seither möglich war.

Im Lauf der ursprünglich nur der Tektonik zuliebe begonnenen Kartierung kam mir immer mehr die Erkenntnis, daß nur die Spezialaufnahme eines keinerlei Besonderheiten aufweisenden Gebiets Aussicht auf Erfolg bietet, und ich begann deshalb genauer zu kartieren, als es zur Erfassung der Tektonik nötig war. Viele Teile der folgenden Ausführungen stützen sich ausschließlich auf Daten, die der Karte unmittelbar entnommen werden können.

Ich möchte glauben, daß die bisherige Unsicherheit in der Auffassung von der Stratigraphie zum allergrößten Teil daher rührt, daß viel zu große Gebiete auf einmal bearbeitet wurden und deshalb auf die — gerade wichtigen! — Feinbeobachtungen von vornherein verzichtet werden mußte, dann aber auch daher, daß vielfach nur die berühmten und deshalb Ausnahmefälle darstellenden Profile und Fossilfundstellen untersucht wurden, denn von gänzlich aus dem Rahmen der üblichen Ausbildung herausfallenden Stellen darf nicht auf die Masse geschlossen werden!

Von einem eingehenden Vergleich mit dem Schneid'schen Gebiet, überhaupt fränkischen Verhältnissen, habe ich vorerst abgesehen, da ich den Eindruck habe, daß dort manche Probleme eine von der bisherigen abweichende Lösung verlangen, selbst aber noch nicht genügend Zeit hatte, ihnen so nachzugehen, wie ich es wünschte.

Auch die Ausführungen über das Lauchertgebiet gebe ich nur sehr ungern aus den Händen, da ich bei der Fülle der Erscheinungen und Fragestellungen

nicht mit der gebotenen Gründlichkeit auf Einzelheiten eingehen konnte, sondern mich auf die großen Züge beschränken und vor allem auch die mikroskopische Untersuchung zu kurz kommen lassen mußte.

Auch der oft reiche Fossilgehalt konnte nicht erschöpfend beschrieben werden, da sich vor allem bei den Muscheln viele Formen nicht oder doch nur mit cf. oder aff. bestimmen ließen, denn auch in paläontologischer Hinsicht wurden der schwäbische und fränkische Malm seither mehr als stiefmütterlich behandelt, und auch die ausländische Literatur versagte oft.

Wegen der zeitlichen und räumlichen Verzahnung zweier ganz verschieden bedingter Ablagerungen, die außerdem infolge diagenetischer Umbildungen ihren ursprünglichen Charakter häufig nicht mehr erkennen lassen, ist es bei der systematischen Besprechung der Stratigraphie des Oberen Malm nicht möglich, in einen nach einer einzigen Richtung gehenden Gedankengang alle auftretenden Erscheinungen übersichtlich einzuordnen. Ich habe mich deshalb entschlossen, von einer zeitlichen Anordnung abzusehen und zunächst die geschichtete Fazies in Zusammenhang zu beschreiben, dann auf die zoogene und auf die gegenseitigen Beziehungen einzugehen. Die Vorwegnahme von Einzelheiten und damit Wiederholungen lassen sich dabei naturgemäß gelegentlich nicht vermeiden.

II. Zur Anwendung der Begriffe δ, ε und ζ

Es ist notwendig, zunächst einige Bemerkungen zur Nomenklatur zu machen, zu prüfen, was unter den Begriffen „δ", „ε" und „ζ" verstanden wird bzw. zu verstehen ist. Während Schneid (1914/15) für die Solnhofer Gegend ein räumliches Übereinander und damit eo ipso Nacheinander der Gruppen: δ = Quaderkalke, ε = Frankendolomit + plumper Felsenkalk, ζ = Beckerizone, Lithographicastufe und Obertithon verteidigt, wird in der schwäbischen Literatur eine teilweise räumliche und zeitliche Äquivalenz, ein gegenseitiges Überschneiden angenommen. Nur H. Fischer (1922, S. LIII) hat die Schneid'sche Anschauung auf das Tuttlinger Profil übertragen und faßt sein ε (s. S. 8) als Äquivalent des gesamten Massenkalks auf. Das ist sicher nicht richtig, wie später gezeigt werden kann, und auch der Schneid'schen Darstellung kann ich nicht ganz zustimmen, ohne jedoch hier näher darauf eingehen zu wollen.

Die Bezeichnung „ε" für die Massenkalke war von Quenstedt (1843, S. 410 und 447) ursprünglich in stratigraphischem Sinne gemeint: über den dickbankigen Quaderkalken des „δ" liegen „Marmor", „Zuckerkorn" und „Dolomit" als wohlabtrennbare höhere Stufe, wie dies die Geislinger Steige als erstes, genau beschriebenes (Binder 1858) Malmprofil aufschließt. Aber bald hat sich gezeigt, daß eine Übertragung auf Stellen, an denen δ nicht in geschichteter, sondern in zoogener Fazies auftritt, nicht möglich, daß dann die Abgrenzung der beiden Stufen gegeneinander schwierig ist und weder in der Horizontalen noch in der Vertikalen genau durchgeführt werden kann. In allen Arbeiten, selbst den ältesten, wird dies übereinstimmend festgestellt und mit Beispielen belegt. Die einzelnen Autoren ziehen jedoch aus dieser Tatsache sehr verschiedene Konsequenzen.

Zittel und Vogelgesang. (1867, S. 15) begnügen sich mit der bloßen Aussage, daß im Gebiet des oberen Donautals (Sektion Mößkirch) die Stufe der Quaderkalke (Pseudomutabilisschichten) in massiger Fazies entwickelt und von höheren Massenkalken in keiner Weise zu unterscheiden sind.

Engel (1877 und 1908, S. 425) hält sich noch eng an die Quenstedt'sche stratigraphische Bezeichnungsweise und greift, um sich zu helfen, zu gelegentlich auch schon von Quenstedt benützten Ausdrücken, wie δ-Marmor, δ-Dolomit, wenn Gesteine, die wie „ε" aussehen, in tiefer Lage vorkommen. Für Engel ist die Höhenlage der betreffenden Stelle, nicht der petrographische Habitus, für die Zuteilung zu „δ" bzw. „ε" maßgeblich, und besonders bei der Betrachtung der dem Geognostischen Wegweiser (1908) beigegebenen Profiltabelle mit ihrer eben und horizontal verlaufenden δ/ε-Grenze bekommt man diesen Eindruck. Engel's Auffassung hängt damit zusammen, daß er an eine Gleichzeitigkeit von „ε" und „ζ" glaubt und sich deshalb notwendig auch das Wachstum der ungeschichteten Fazies im Gleichschritt mit der normalen Sedimentation, also durch gleichmäßige horizontale Auflagerung vorstellen muß. Ist das richtig, kann natürlich durch einfache Interpolation von Stellen geschichteter Fazies aus eine Zuteilung zu „δ" oder „ε" stattfinden.

Schmierer (1902 und 1915) und Haizmann (1902) gestalten die Begriffe „δ" und „ε" zu reinen Faziesbezeichnungen um, wobei als „δ" die Gesteine gelten, die in reichlicher Zahl deutliche Schwämme (vor allem „*Spongites vagans* Qu.") führen.

Schmierer schreibt (1915, S. 640):

„Auf die Schwierigkeit, δ und ε zu trennen, wird ja vielfach in den alten Begleitworten hingewiesen. Insbesondere da, wo beide „Stufen" in der ungeschichteten Fazies auftreten, fehlt jede sichere Handhabe. Im allgemeinen ist bisher daran festgehalten worden, daß die „zuckerkörnigen Kalke" und die Dolomite zu ε, die Schwammkalke zu δ gehören. Einerseits greifen aber Zuckerkorn und Dolomit häufig genug in ein tieferes Niveau herunter, andererseits treten dichte, nicht „kristalline" Kalke in engem Zusammenhang und in gleicher Höhe mit zweifellosen ε-Gesteinen auf. Es mußte zugegeben werden, daß Dolomite und andere Gesteine, die sonst ε charakterisieren, auch gelegentlich schon in δ vorkommen. Noch weit häufiger ist die Erscheinung, daß dichte Kalke von mehr oder weniger deutlicher zoogener Natur, die jeder Unbefangene an und für sich zu δ stellen würde, in einem viel höheren Niveau auftreten. Es sind dies die „ε-Marmore" Quenstedt's. Heute möchte ich noch einen Schritt weiter gehen und in der „Stufe" ε (mihi) in der Hauptsache δ-Gesteine erblicken, die nachträglich metamorphosiert sind."

Der paläontologischen Beweisführung, die Schmierer (1902) außerdem gibt, kann ich mich nicht anschließen, da sie sich teilweise auf Faziesfossilien wie Brachiopoden, Seeigel und Schwämme gründet und die angeführten Ammoniten ebenfalls nicht als beweisend angesehen werden dürfen, da bei deren schwieriger Bestimmung den Listen älterer Autoren, wie es die Gewährsleute Schmierer's sind, größtes Mißtrauen entgegengebracht werden muß. Dazu kommt noch, daß weiter entfernte Vorkommen petrographisch gleicher zoogener Fazies nicht ohne weiteres stratigraphisch miteinander verglichen werden dürfen. So hat Dorn (1926) gezeigt, daß die Dolomitfazies im nördlichen Frankenjura schon im Malm β beginnt und im γ weiteste Verbreitung besitzt, so ist in der Solnhofer Gegend (Schneid 1914) die Massenkalkbildung früher erloschen als bei uns. Nach diesen Erfahrungen ist es

nicht mehr angängig, wie Schmierer es 1902 noch tun konnte, sich den Fauneninhalt weiter entfernter Massenkalke in unser fossilarmes ε hineinzudenken und daraus Schlüsse über seine stratigraphische Stellung zu ziehen. Wir müssen im eigenen Land das Problem zu klären suchen.

Wohl aber sind die faziellen Gesichtspunkte Schmierer's voll anzuerkennen; nachdem sich erwiesen hat, daß eine Untergliederung der Massenkalke nach stratigraphischen Gesichtspunkten nicht möglich ist, ist es durchaus logisch, sie zu einer Einheit zusammenzufassen. Entsprechend seiner Ansicht, daß „ζ" jünger als der Massenkalk und dieser selbst diagenetisch veränderter δ-Schwammkalk ist, zieht Schmierer stratigraphisch die gesamte Massenfazies des Oberen Malm (von einigen Spezialfällen abgesehen) zu δ. Dies ist eine verdienstvolle und klärende Durchgangslösung, kann aber beim heutigen Stand der Stratigraphie nicht mehr ganz befriedigen. Während im Unteren und Mittleren Malm die Stufenbezeichnungen α, β, γ, δ wie dann auch wieder „ζ" sich auf geschichtete Fazies stützen, wurde „ε" im Gegensatz dazu für ausschließlich ungeschichtete Sedimente geschaffen. Dies entsprach Quenstedt's Ansicht, daß der Absatz geschichteter Sedimente eine zeitlang ganz unterbrochen war. Nun hat sich aber ja ergeben, daß auch im Oberen Malm — wenn auch nur an wenigen Stellen — eine durchgängige, geschichtete Sedimentation stattgefunden hat, daß die Quaderkalke der Pseudomutabilisschichten mit dem Zeta Quenstedt's durch geschichtete Sedimente unmittelbar in Beziehung stehen. Hätte Quenstedt dies gewußt, so hätte er bei der ersten Benennung die geschichtete, nicht die massige Fazies als ε bezeichnet. Heute aber kann kein innerhalb der geschichteten Fazies neu abgetrenntes „ε" mit dem bisherigen massigen ε Quenstedt'scher oder Schmierer'scher Auffassung mehr stratigraphisch ident sein. Ich möchte deshalb nicht mit Berckhemer (1924, S. 16) von „geschichtetem Epsilon" sprechen. Umgekehrt hat aber durch die Entdeckung des Durchgehens von geschichteter Fazies auch der Ausdruck „ε" für Massenkalk als solchen — ob im faziellen oder stratigraphischen Sinn gebraucht — seine Berechtigung verloren. Nur solche Teile des Massenkalks, die nachweisbar gleich alt sind wie ein neu innerhalb der geschichteten Fazies abgetrenntes „ε", dürften dann ebenfalls ε genannt werden. Dieser Nachweis wird aber in den seltensten Fällen exakt erbracht werden können.

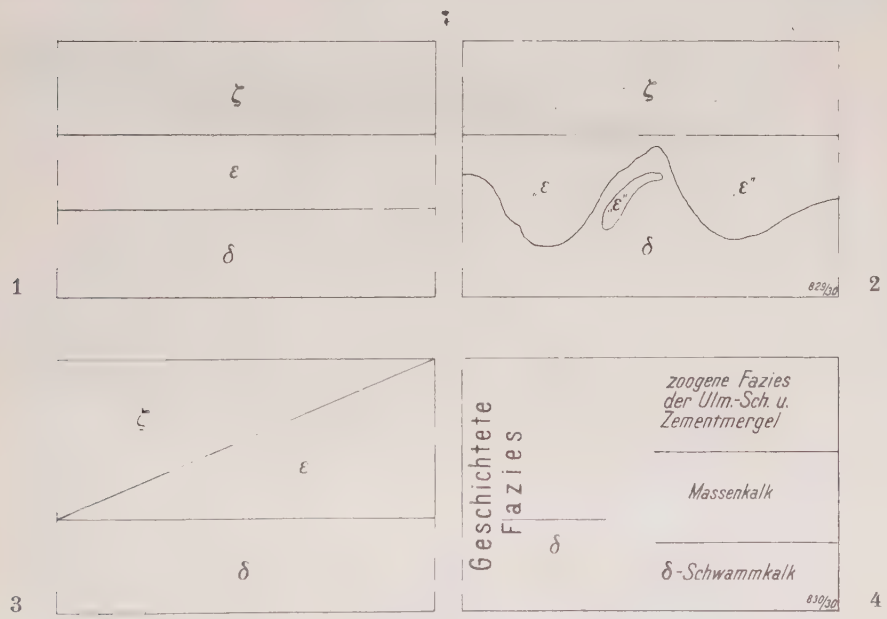
Da die zoogene Fazies der geschichteten vorausgewachsen ist, besagt die gleiche Höhenlage eines Massenkalkteils mit einer Bank der geschichteten Fazies nur soviel, daß der Massenkalk nicht jünger ist als die Bank, aber nicht, wieviel älter. Beweisen kann nur ein als zonenbeständig bekannter Ammonit und auch der nur für das unmittelbar benachbarte Gestein, da ich mir das Wachstum eines Massenkalkhügels nicht regelmäßig vertikal, sondern in konzentrischen Schalen erfolgt vorstelle, so daß in gleicher Höhe die verschiedenstaltrigen, in sehr ungleicher Höhe gleichaltrige Teile liegen können. Es können deshalb nur wenige Stichproben durch — seltene! — Ammonitenfunde gemacht werden und zudem sagt jeder Ammonit nur: mindestens, nicht: höchstens bis hierher war die zoogene Fazies emporgewachsen.

Solange aber Einzelheiten und spezielle Verhältnisse nicht bekannt sind, müssen genetisch und zeitlich sehr verschiedene Bildungen den nicht organogenen Sedimenten als Einheit gegenübergestellt und kann der Massenkalk in

seiner Gesamtheit keiner Zone zugeordnet werden. Ich halte es deshalb für das beste, ihn ohne „Buchstaben" einfach „Massenkalk" zu nennen, wie dies Dorn (1928, S. 40 ff.) in ähnlicher Weise für den Frankendolomit getan hat.

Wie sollen nun aber δ, ε und ζ neu auf die geschichtete Fazies über der Pseudomutabiliszone verteilt werden? Für die Schichten mit *Rasenia pseudomutabilis* de Lor. hat sich der Name δ eingebürgert und bewährt, und deshalb hat Berckhemer vollkommen recht, wenn er bei Grabenstetten das δ bis zum höchsten Fund einer *Rasenia* gehen läßt. Die Bezeichnungen ε und ζ aber möchte ich vorschlagen ganz fallen zu lassen, denn wenn nun plötzlich bestimmte Teil der geschichteten Fazies ε genannt werden sollen, nachdem fast hundert Jahre lang unter ε nur der zonenmäßig nicht erfaßbare Massenkalk verstanden wurde, fürchte ich, kommt große Verwirrung in die Literatur. Ich meine, man sollte nicht unter allen Umständen die Buchstabengliederung durchführen wollen, nur um an einer Tradition festzuhalten, die doch nur scheinbar wäre. Es handelt sich ja schließlich nur um Äußerlichkeiten. Für praktische Zwecke, wie Kartenaufnahmen, lassen sich bequem Zahlen- oder deutsche Buchstabensymbole finden, wie dies bei anderen Formationen auch üblich ist.

Anhangsweise seien die Ansichten von Quenstedt, Schmierer, Engel sowie meine eigene über das Altersverhältnis im Schema nebeneinander gestellt.



1. Anschauung Quenstedt und Schneid
2. „ Schmierer
3. „ Engel
4. „ Roll

III. Die geschichtete Facies

1. Die Schichten mit *Rasenia pseudomutabilis* DE LOR. (Malm ∂ Qu. p.[1])

a) Die Quaderkalke.

Obwohl im Lauchertgebiet zu ∂ gehörige geschichtete und zoogene Kalke nicht selten ausstreichen, sind die echten „dicken, pseudoolithischen Quaderkalke" der Literatur, die Vertreter der „Normalfazies" doch auf den nördlichsten Teil des Untersuchungsgebiets beschränkt. Gute Aufschlüsse sind der Bruch östlich von Hermannsdorf und der an der Straße Gauselfingen—Neufra bei km 65.

Da die Arbeit den höheren Horizonten gewidmet ist, habe ich mich mit der Fauna nicht eingehend befassen können, denn die — stratigraphisch wichtigen — Ammoniten sind noch nicht bearbeitet und bei der unübersichtlichen und widerspruchsvollen Literatur nur unter großen Schwierigkeiten und annäherungsweise zu bestimmen. Zur Erkennung der Stufe ist eine exakte Bestimmung aber auch gar nicht nötig, denn die vorkommenden Formengruppen der Perisphincten und Oppelien unterscheiden sich scharf von denen der hangenden Zonen; SCHNEID (1914, S. 77) bestätigt auch aus Franken, daß er keine durchgehenden Arten feststellen konnte. Wegen dieses scharfen Schnitts ist es möglich, einem Ammoniten (außer etwa einem *Physodoceras* oder *Haploceras*) bei einiger Übung anzusehen, ob er aus ∂ oder einer höheren Zone stammt. Neuere Zusammenstellungen finden sich bei HAIZMANN (1902, S. 523/24), ENGEL (1908, S. 425/26), SCHNEID (1914, S. 78). Häufig sind neben der bekannten Leitgruppe der

Rasenia pseudomutabilis DE LOR., *eudoxa* D'ORB., *phorcus* FONT.
Oppelien des genus *Streblites*
Oppelien aus der Gruppe der *flexuosa costata* QU. und *trachynotus* OPP. (*Taramelliceras*, mit stark hervortretenden Sichelrippen, z. B. *klettgoviana* WÜRT.)
Große Perisphincten vom Typ des *Per. ernesti* QU., *praenuntians* FONT., *ardescicus* FONT.

Zu der faunistischen Selbständigkeit gesellt sich eine petrographische, denn die fazielle Ausbildung ist — im Gegensatz zu den anderen Fazies der Pseudomutabilisschichten — sehr charakteristisch und nicht zu verwechseln. Sie bleibt sich, wie ENGEL (1908, S. 418) bemerkt, in ganz Süddeutschland gleich. SCHALCH hat sie (1916, S. 72 und 1922), z. T. im Anschluß an HAIZMANN (1902, S. 528) als einziger gut beschrieben, und da seine Bemerkungen (ausgenommen die Mächtigkeitsangabe) auch unseren Vorkommen gerecht werden, mögen sie hier Platz finden:

„Bei normaler Ausbildung werden dieselben nämlich aus einem 9—15 m mächtigen Komplex fester, dauerhafter, immer deutlich schichtiger Bänke eines harten und zähen, stets licht gefärbten, vorwiegend gelblichen oder gelblich-weißen, dichten, z. T. jedoch auch oolithisch ausgebildeten Kalkes aufgebaut, der mit flachmuschligem oder unebenem Bruch springt und ganz vorwiegend aus Kalkkarbonat mit nur geringer Tonbeimengung besteht.

1) Nach Abtrennung der Zone des *Oecotraustes dentatus* (WEGELE 1929) = Unter-∂ und Grenzschichten γ/∂ (HAIZMANN 1902).

Wie bei gewissen ähnlich beschaffenen γ-Gesteinen geben zu der pseudoolithischen Bildung eine Menge kleiner, aber unter sich verschieden großer, von der Kugelform stark abweichender, häufig abgeplatteter, unregelmäßig gestalteter und z. T. nur unvollkommen gerundeter detritogener Teilchen Anlaß, welche durch ein kalkiges Bindemittel miteinander verkittet werden.

Offenbar handelt es sich um Absätze mäßig stark bewegten Wassers, das von den älteren Gesteinen abbröckelnden Schutt langsam und gleichmäßig zerrieb und vergrieste und die zerkleinerten Teile mit dem feinen Kalkschlamm verkittete."

Im Gegensatz zu den höheren Zonen ist dieser Schutt über das Profil ziemlich gleichmäßig verteilt (z. B. Bruch bei Gauselfingen). Immerhin gibt es auch — schuttärmere — Bänke, deren Grundmasse fast rein und in der dann Schutt in kleinen Linsen und Bänkchen angehäuft ist. Der kleine Bruch östlich Hermannsdorf zeigt alle Varianten.

Der Schutt ist oft so zahlreich, daß er manche Bänke zum größten Teil zusammensetzt. Er ist der Größe nach nicht gleichartig und kann in einzelnen Stücken bis zu 3 cm Durchmesser erreichen, im allgemeinen mißt er jedoch 3—4 mm oder weniger. Während die großen Teile deutlich scharfeckige Begrenzung zeigen, haben die kleinen die Tendenz zur Abschleifung der Kanten; dies ist aber meist nicht ganz erreicht.

Der Kalk des Schuttes unterscheidet sich gelegentlich sehr stark vom einbettenden Sediment, in andern Fällen ist dies nicht der Fall. Meist ist er ein wenig mehr kristallin als seine Umgebung, selten lassen sich noch deutliche Überreste einer Schwammstruktur erkennen. Daß er von der schon zur Pseudomutabiliszeit höher emporragenden zoogenen Fazies stammt, kann nicht zweifelhaft sein. Bemerkenswert ist seine weite, horizontale Verbreitung, die die Annahme der Wirkung von Strömungen notwendig macht.

Die Mächtigkeit der Bänke beträgt im Durchschnitt 60 cm, mit einem Spielraum von etwa 40—100 cm. Diese den übrigen Bankkalken des Malm gegenüber außergewöhnliche Dicke nimmt stark ab, wenn der Schutt, der ja mit dem Rhythmus der normalen Sedimentation nichts zu tun hat, abgezogen wird (cf. die Mächtigkeit der reinen β-Kalkbänke im Vergleich mit der gruserfüllter Bänke; Lochensteinbruch!).

Die Bänke werden durch dünne Mergellagen getrennt; selten und anscheinend nur in unteren Lagen können einzelne davon dicker werden (Tailfinger Quetschwerk nach Grünvogel [1914, S. 24]). Die Schichtflächen verlaufen in der üblichen Weise wellig (Auslaugungsdiagenese).

FeS_2 ist, oft in Form schöner Würfelchen, regellos und spärlich verteilt, aber in der Verwitterungszone immer zu rostbraunen Limonitflecken oxydiert und dann oft von Bleichungshöfen umgeben. Auffallend ist die häufige Verknüpfung mit Kalkspatdrusen, derart, daß diese von einem Rosthof umgeben sind. Auch Schuttstückchen sind manchmal durch Rostfärbung ausgezeichnet, ebenso können Organismenreste den Kern eines solchen Hofs bilden. Allen diesen Erscheinungen begegnen wir auch in den höheren Zonen.

Wie überall führen auch hier die Quaderkalke Kieselsäure. Im Bruch bei Gauselfingen treten oben zahlreiche Knollen auf, in den unteren und mittleren Bänken dagegen nur millimetergroße Flöckchen. Der Hermannsdorfer Bruch erweist sich als gleichmäßig von kleinen Flöckchen und größeren Knollen durchsetzt. Die Kieselknollen enthalten gelegentlich im Innern einen organischen Rest (Stück einer Muschelschale, eines Seeigels usw.), sind scharf

abgegrenzt und zerfallen oft eigentümlich splittrig mit glattem, muscheligem Bruch, so daß sie wie Porzellanscherben aussehen. Viele Terebrateln sind mit Silifikationsringen versehen und auch die Schwämme leicht verkieselt.

Die Fossilführung ist ziemlich reich: Viele Ammoniten, Muscheln, Brachiopoden in schöner Erhaltung, daneben Krebsreste, kleine irreguläre Seeigel, Stacheln von regulären. Bestimmungen habe ich nicht ausgeführt. Wichtig sind zwar sehr wenige, aber gut erhaltene, g a n z e und zweifellos autochthone Schwämme in isolierten Exemplaren. Engel schreibt (1908, S. 417): „Sind ja doch fast überall auch in den normalsten ζ-Platten wenigstens Spuren von Schwämmen zu bemerken."

Auf die Dolomitisierung, die die oberen Bänke des Gauselfinger Bruchs ergriffen hat, wird unten zurückzukommen sein. Überlagert werden die Quaderkalke hier wie bei Hermannsdorf von Dolomit und Zuckerkorn, so daß eine direkte Verbindung mit höheren geschichteten Zonen nicht möglich ist.

b) D e r L i n s e n k a l k.

In bedeutendem Gegensatz zu den Quaderkalken stehen ebenfalls gebankte Kalke, die vielleicht dem Haizmann'schen (1902, S. 531) „Kieseldelta mit Cidariten, *Terebratula insignis, trilobata*" entsprechen, wenn nicht Haizmann, wie Kommerell (1926, S. 26) ausschließlich zoogene Fazies darunter versteht.

Wir finden hierher gehörige Kalke (auf der Karte mit den Übergangsschichten zusammen blauviolett eingetragen):

Im hangenden Flügel der östlichen Hauptstörung des Lauchertgrabens: an der Straße Veringendorf—Hochberg vom P. 678 bis zur ersten Kehre; am Fuß des Ettenbergs östlich von Jungnau;
bei Oberschmeien und Unterschmeien.

Außerhalb des kartierten Teils stehen am Grund tiefer Einschnitte immer wieder kleine Flecke von Linsenkalk an, so im Laucherttal und bei der Quelle im Trockental westlich Veringenstadt.

Ein Bruch nordöstlich von O b e r s c h m e i e n, in 630 m Höhe, gewährt einen guten Einblick. Er schließt einen hellgelblichweißen Kalk auf, nur durch durchschnittlich 2 m voneinander entfernte Fugen gegliedert. Bei der Verwitterung tritt eine die Wand kreuz und quer durchziehende Klüftung auf, die das Gestein in einzelne unregelmäßig, mehr oder weniger abgeplattet laibförmig gestaltete Scherben zerlegt. (Deshalb möchte ich von „Linsenkalk" sprechen.) In diesem Bruch beträgt ihr durchschnittlicher Durchmesser 25—30 cm, an anderen Stellen werden sie sehr viel kleiner und entsprechend dünner. Die einzelnen großen Scherben grenzen sich durch kräftig ausgebildete Stylolithen gegeneinander ab und erhalten so eine stark gerauhte Oberfläche. Mergel fehlen ganz, der Tongehalt des Kalks ist äußerst gering. Der Bruch, mit scharfen Ecken und Kanten, ist rauh; ihm entspricht eine sehr wenig einheitliche Struktur. Foraminiferen treten nesterweise zahlreich auf und unterscheiden sich makroskopisch durch die abgerundete Form von eckigem, kleinstückigem Schutt; aber auch die Grundmasse selbst ist feinkörnig. Da der Kalk ziemlich kristallin ist, sind alle Umrisse etwas verwischt, doch ist die reichliche Schuttbeteiligung noch eindeutig zu erkennen. Die Härte ist sehr groß, regelmäßige Spaltbarkeit nicht entwickelt. Kalkspatdrusen sind häufig. Einige Handstücke mögen gelegentlich von massigem Kalk nicht zu unterscheiden sein, ein Aufschluß zeigt

aber, daß doch gebankte Fazies vorliegt, denn die große Bankmächtigkeit im besprochenen Bruch bildet eine Ausnahme, im allgemeinen ist sie viel geringer. Auch ist zu berücksichtigen, daß das Fehlen regelmäßig wiederkehrender Mergellagen die Ausbildung einer guten Bankung, zumal bei unruhigen Ablagerungsbedingungen, erschwert.

Auffallend und recht charakteristisch ist die überaus reiche Kieselsäureführung, wenngleich der Bruch auch hier wieder ein Extrem verkörpert. Denn er enthält eine Unmenge bis faustgroßer Kieselknollen, die sich stellenweise zu mehrere Dezimeter langen Bändern (Tafeln?) zusammenschließen. Da die Knollen leicht in einzelne Scherben mit glatter Oberfläche zerfallen, fehlen sie den älteren Teilen des Anbruchs; die Wände sind dort ganz durchlöchert. Daneben finden sich aber — und zwar überall — viele kleine Kieselflöckchen; Brachiopodenschalen sind mit Silifikationsringen versehen, Schwämme verkieselt.

Wenn sich auch die fazielle Eigenart — helle, fast weiße Färbung, starke Kristallinität, sehr inhomogene Struktur, grobe Bankung, Kieselsäureführung — im Charakter überall gleich bleibt, so herrschen doch beträchtliche graduelle Unterschiede; man kann wohl sagen, daß kein Aufschluß dem andern gleicht: Ist z. B. bei Hochberg bei dünner Bankung und schwächerer Kristallinität die Struktur ziemlich gleichmäßig, so ist sie bei Jungnau am Ende des Schneckentals äußerst mannigfaltig. Auch die Aufschlüsse in der Umgebung des Oberschmeier Bruches bieten ein von diesem abweichendes Bild.

Die Fossilführung ist im allgemeinen reichlich, systematische Aufsammlungen und Bestimmungen habe ich aber auch hier nicht durchgeführt. Gut erhaltene Ammoniten finden sich besonders bei Hochberg und in den Oberschmeier Aufschlüssen zahlreich. Unter vielen Oppelien und einigen Perisphincten erhielt ich dort an der Straße nach Unterschmeien

Rasenia circumplicata Qu. emend. Beurlen,

und aus dem zuerst beschriebenen kleinen Bruch nordöstlich von Oberschmeien

Rasenia eudoxa d'Orb.
Perisphinctes cf. *ernesti* Qu.

Muscheln sind in großer Fülle vorhanden, besonders häufig (neben vielen Terebrateln und Rhynchonellen, darunter *Rhynchonella trilobata* var. *möschi* Haas):

Isoarca sp.
Ctenostreon sp.
kleine scharfrippige Limen
Entolium cingulatum Gf.
Chlamys subtextoria (Mü.) Gf.
Velopecten velatus Gf.
Spondylopecten subspinosus Schlthm.
Plicatula cf. *silicea* Qu.
Bruchstücke von Alectryonien und Liostreen
unbestimmbare Reste regulärer und irregulärer Seeigel
Krebsreste, hauptsächlich zu Prosoponiden gehörend.

Schalentrümmer sind zwar häufig, doch sind auch viele Exemplare gut erhalten.

Die Fauna — abgesehen von den mit Schwimmvermögen ausgestatteten und deshalb nicht an die Fazies gebundenen Ammoniten und etwa *Entolium cingulatum* Gf. — mit ihren Prosoponiden, großen Brachiopoden und Muscheln zoo-

gene Bildungen bewohnender Gruppen, unterscheidet sich charakteristisch von Faunen höherer Zonen. Sie paßt aber gut dazu, daß in den Linsenkalken gut erhaltene, isolierte, autochthone Schwämme eine häufige Erscheinung sind, so im Bruch bei Oberschmeien, so vor allem unterhalb Hochberg, und daß auch „Stotzen", d. h. kleine, die Schichtung durchbrechende Schwammwucherungen ohne langes Leben immer wieder auftreten.

Der Zusammenhang der beiden geschichteten Fazies des Malm ζ ist leider im Lauchertgebiet nirgends zu erfassen, da sie sich auf den beschränkten Flächen ihres oberflächlichen Ausstreichens gegenseitig ausschließen. Daß sie aber mindestens teilweise gleich alt sind, kann nicht bezweifelt werden. Es ist wahrscheinlich, daß die Linsenkalke vorwiegend die Fazies kleinster geschichteter Flecke sind, also hauptsächlich oberen Teilen der Stufe angehören. Darüber siehe unten S. 94.

Eine derartige kleine „Mulde" ist wenige Meter unterhalb Oberschmeien an der Straße nach Unterschmeien hübsch erschlossen: fast horizontal grob gefugter Massenkalk mit vielen Kieselknollen und Schwammquerschnitten geht ohne scharfe Grenze in ammonitenreichen, scherbigen Linsenkalk über, in dem auch noch Schwämme liegen. Schon morphologisch kommt der Fazieswechsel dadurch zum Ausdruck, daß die Linsenkalke als kleine Einmuldung im Hang erscheinen, während der Massenkalk als steiler Felsen ansteht.

2. Die Pseudomutabilis-Subeumela-Übergangsschichten

Der zwischen den Pseudomutabilisschichten und den Schichten mit *Sutneria subeumela* Schneid liegende Teil der geschichteten Fazies wurde von H. Fischer nicht eingehend untersucht. Bracher (Berckhemer 1922 a, S. 78) bezeichnet ihn als seinen Horizont I.

Über die Verhältnisse von Grabenstetten siehe S. 9.

Bei dem Profil an der Straße Mühlheim—Kolbingen werden von H. Fischer (1921, S. 22) 7,70 m „Epsilon" zwischen den Quaderkalken und der Subeumelazone angegeben. Die Quaderkalke hören bei 780 m an dem Zuckerkornstotzen „Härtles Loch" auf, oberhalb davon beginnen helle, scherbig verwitternde Kalke mit verkieselten Schwämmen, kleinen Stotzeneinlagerungen usw., die bei immer gleicher Ausbildung bis zur Zone der *Sutneria subeumela* Schneid, welche ungefähr 820 m hoch ansteht, hinaufreichen. Diese Kalke hat Fischer im Auge gehabt (gibt also einen zu geringen Wert an), während Rebholz (1926, S. 249) den ganzen Schichtenkomplex zur Subeumelazone zählen will. Nach einer freundlichen Mitteilung Herrn Dr. Berckhemer's gelang es ihm, in seinem unteren Teil noch Rasenien zu finden; deren Abstand vom tiefsten Fund von *Sutneria subeumela* Schneid beträgt roh geschätzt 10 m.

Nach persönlicher Mitteilung von Herrn Dr. Berckhemer konnte im unteren Teil dieser Übergangsschichten an verschiedenen Stellen *Hapl. semicostatum* Berckh. nachgewiesen werden. In einem wahrscheinlich mittleren Teil stellte Berckhemer bei Kolbingen eine weitere besondere Ammonitenfauna fest, und er nimmt jetzt auch die früher aus Hor. II (Bracher) angegebene *Waagenia verestoica* Herb. hinzu. Das Lager der *Waagenia verestoica* liegt an der Steige Grabenstetten—Schlattstall, wo sie von einer bezeichnenden Ammonitenfauna begleitet wird, etwa $4^1/_2$ m unter den Subeumelaschichten. Ob diese drei Ammonitenlager sich als besondere Zonen bewähren werden, und wie es sich mit der vertikalen Verbreitung der betreffenden Ammoniten verhält, bleibt abzuwarten.

Leider konnte ich im Lauchertgebiet keine genauen Beobachtungen machen, sind doch an den wenigen Stellen, an denen die Übergangsschichten überhaupt ausgebildet sind, die Profile bei weitem nicht so gut erschlossen wie bei Grabenstetten und Kolbingen.

An zwei Punkten stehen unter den Subeumelaschichten geschichtete Sedimente an: bei Oberschmeien am Sträßchen zum Großwieshof und an einem neugebauten Weg am Hang über der Wallfahrtskirche Dillstetten/Veringenstadt. Bei Oberschmeien zeigen sich als Verbindung des Bruchs in den Linsenkalken (s. S. 16) mit den Bänken mit *Sutneria subeumela* Schn., ca. 676 m liegend, einzelne Partien der Übergangsschichten am Wegrand anstehend, meist ist jedoch bloß Gehängeschutt erschlossen. Trotz eifrigen Suchens fand ich nur wenige Perisphinctenbruchstücke, und diese waren durch Stylolithenbildung völlig undeutbar geworden oder sonst schlecht erhalten. Echte δ-Ammoniten fand ich zuoberst an der offenen Stelle am Fuß der Bergzunge bei der Spaltung des Trockentals, 640 m hoch. Die Lücke beträgt hier also 36 m, da die verschiedenen Stellen im Streichen liegen und ihre Höhen direkt miteinander verglichen werden dürfen (770 m-Linie der Streichlinienkarte). Ist die Obergrenze gesichert, so muß die Frage der Abgrenzung gegen unten hin ganz offen gelassen werden.

Berckhemer hat zwar *Rasenia eudoxa* d'Orb. ganz oben im δ festgestellt, H. Fischer (1922, S. LIII) gibt sie aber schon aus Mittel-δ an, so daß sie für feinere stratigraphische Zwecke nicht verwendbar erscheint, wenn die Fischer'sche Bestimmung, die vor der Arbeit Beurlen's (1923) durchgeführt wurde, richtig ist. Auch aus dem *eudoxa*-Fund im Bruch kann also die Grenze δ-Übergangsschichten nicht errechnet werden.

Nach petrographischen Gesichtspunkten eine Trennungslinie zu ziehen, ist ebenfalls nicht möglich, da zwar vom δ bis zu den Subeumelaschichten hinauf eine Änderung des Gesteinscharakters im ganzen schon festzustellen ist, diese aber ganz allmählich und nicht einheitlich sich vollzieht. So stehen ganz oben unter den Subeumelaschichten Bänke an, die sich von Gesteinen des Bruchs kaum unterscheiden lassen.

Im allgemeinen läßt sich sagen, daß die Farbe gegen oben dunkler und die Struktur einheitlicher wird, wenn auch selbst in Stücken, die schon einen glatten, muscheligen Bruch besitzen, immer noch einzelne, in der Grundmasse schwimmende Körnchen zu beobachten sind. Dieses „Glatter werden" ist eine Erscheinung, die Berckhemer auch von Grabenstetten angibt und die ich für sehr wichtig halte. Wie unten finden sich kleine hellgelbe Fleckchen und Kristalldrusen, wie unten fehlen Mergellagen zwischen den einzelnen Bänken und Schwefelkieskristalle bzw. Rostflecken. Bankung ist ausgeprägt, ebenfalls der scherbige Zerfall und kräftig ausgebildete lagerförmige Stylolithen. Einige Schwammstotzeneinlagerungen treten auf, mit in groben Calcit umgewandelten Schwämmen, neben solchen von gelblichem „Marmor", wie er in den Massenkalken häufig ist. Auch außerhalb der Stotzen finden sich immer einige Schwämme. Die Kieselsäure nimmt rasch und sehr stark ab. Die Fossilführung ist spärlich und gleicht im Charakter der der liegenden Linsenkalke. Wie dort finden sich große Brachiopoden und kleine scharfrippige Pectiniden und Limen neben *Chlamys subtextoria* (Mü.) Gf., *Velopecten velatus* Gf. usw.

Bei prinzipiell gleicher Ausbildung mit der der Profile von Grabenstetten und Kolbingen besitzen wir nun bei Oberschmeien eine dritte Stelle, an der während des ganzen Oberen Malm „Normalfazies" abgelagert wurde. Ein Unterschied gegen Grabenstetten besteht aber in der

Fazies des liegenden ẟ: hier Linsenkalk und petrographische Ähnlichkeit, dort Quaderkalke und Fazieswechsel, während Kolbingen die Mitte hält.

Bei Veringenstadt ließ sich das Profil nicht bis zu zweifellosen Pseudomutabilisschichten hinab verfolgen. Auf Grund allgemeiner Überlegungen (siehe unten) nehme ich aber mit Bestimmtheit an, daß die Fortsetzung nach unten durchweg geschichtet ist, also ein 4. Normalprofil vorliegt. Unter den Subeumelaschichten treten in einzelnen Weganschnitten denen von Oberschmeien ähnliche Kalke zutage, undeutlich gebankt, mit einzelnen teilweise verkieselten Schwämmen und auch einer im übrigen der von Oberschmeien entsprechenden Fauna. Ich erhielt daraus

Oppelia laevigata Berckh.

Sehr unklar sind mir noch die verschiedenen Vorkommen westlich von Jungnau (s. Karte!). Es ist äußerst wahrscheinlich, daß es sich an der „Mündung" des Blättringer Tals und im Schneckental um tiefere Übergangsschichten handelt, die von Massenkalk überlagert werden. An der Blattgrenze im Blättringer Tal jedoch werden petrographisch gleiche Kalke unmittelbar von Bankkalken der Siliceuszone überlagert. Auch hier konnte ich trotz langen Suchens kein Faunenprofil bekommen. Der Gehängeschutt lieferte mir

Perisphinctes cf. *isolatus* Schn.
Oppelia bracheriana Berckh.
Oppelia laevigata Berckh.
Physodoceras longispinum Schlthm.,

Formen, die Herrn Dr. Berckhemer teilweise aus den Subeumelaschichten bekannt sind. Wir müssen hier also an obere Übergangsschichten und Subeumelaschichten denken.

Bei der Kartierung mußten naturgemäß Linsenkalk und Übergangsschichten zusammengenommen werden. Auch von den Subeumelaschichten, die ich in Lesesteinen nicht unbedingt sicher vom Liegenden zu unterscheiden wagte, mögen neben der Stelle vom Blättringer Tal auch nördlich von Oberschmeien noch Teile mit dabei sein.

Ob im Laucherttal zwischen Gammertingen und Veringenstadt die Übergangsschichten irgendwo auftreten, habe ich nicht untersucht, glaube es aber bei dem Fehlen von geschichtetem ẟ nicht.

3. Die Schichten mit *Sutneria subeumela* Schn.

Berckhemer hat bei Grabenstetten ein genaues Profil der Subeumelaschichten aufnehmen, ihre Mächtigkeit zu 6,7 m ermitteln und sie in zwei Zonen unterteilen können, in die

Zone mit *Oxyoppelia fischeri* Berckh.
Zone mit *Physodoceras hermanni* Berckh.

Die obere entspricht den Zwischenschichten, die untere der Subeumelazone Fischer's, für die er (1921, S. 26) vom „Ersten Mattsteigbruch" Tuttlingen ein Profil mit einer Mächtigkeit von 2,85 m gibt.

Im Lauchertgebiet konnte ich leider nirgends ein Profil aufnehmen, sondern nur vereinzelte Funde machen. Außer den oben schon genannten Fundstellen bei Oberschmeien, Jungnau und Veringenstadt ist nur noch der Bruch nördlich vom Neuweiler anzuführen (von Grünvogel 1914 als ε kartiert).

Lagen schon nicht überall über Quader- oder Linsenkalk auch gebankte Übergangsschichten, so geht der Prozeß der Einengung der geschichteten Fazies auch in den Subeumelaschichten weiter. Bei Oberschmeien konnte durch die Kartierung nachgewiesen werden, daß weithin die Übergangsschichten von Massenkalk überlagert werden, dasselbe gilt von den Stellen westlich von Jungnau (s. oben). Es bleiben nur die vier engbegrenzten Flecke im ganzen Untersuchungsgebiet übrig. Dementsprechend besteht die Unterlage der hangenden Setatuszone auch in Mulden, deren Tiefenlage und große Ausdehnung zeigt, daß es sich nicht um sekundär irgendwo am Massenkalk gebildete handelt, meist aus Massenkalk, z. B. nördlich von Bitz, bei der Ziegelhütte Neufra, bei Gammertingen; es mag freilich sein, daß im Zentrum großer Mulden auch noch — nur eben nicht bloßgelegt Subeumelaschichten liegen.

Bei Oberschmeien bekam ich *Sutneria subeumela* Schn. aus zwei — 1,20 und 1,10 m mächtigen — Bänken bei der Abzweigung eines Wegs vom Sträßchen nach dem Großwieshof, ungefähr 676 m hoch.

Der Kalk ist dicht, fast rein, fremde Körnchen sind nur ganz selten zu beobachten und fallen nicht auf. Der Bruch ist glatt, etwas angeschuppt oder auch rauh, die Bankung gut ausgeprägt, die Farbe hellgrau, stellenweise etwas bräunlich, die Verwitterung regellos kleinstückig. Der Kalk ist etwas kristallin. Kleine, hellgelbe Fleckchen sind häufig, Schwefelkies scheint zu fehlen. Calcitdrusen sind zahlreich, besonders auch in den Luftkammern der Ammoniten, Stylolithen treten auf, sind aber nicht mehr so kräftig ausgebildet wie in den tieferen Bänken. Mergel fehlt wie bisher völlig. Kieselsäure ist nur noch in Form sehr seltener, kleiner Flöckchen vorhanden.

Die petrographische Ausbildung ist der der Subeumelaschichten von Grabenstetten und Kolbingen ähnlich, sie tritt uns entgegen als das Endglied der schon in den Übergangsschichten erkennbaren Tendenz zum Aufhören der Schuttführung in der geschichteten Fazies, und sie gleicht schon ganz der der unteren, muldenrandnahen Setatuszone bei der Ziegelhütte Neufra.

Die Fauna ist sehr individuenreich, wenn auch artenarm. Ich fand:

Perisphinctes isolatus Schneid
Oppelia cf. *bracheriana* Berckh.
Oppelia sp.
Haploceras pseudocarachtheïs Favre
Sutneria subeumela Schneid häufig
Physodoceras hermanni Berckh. häufig
andere Physodoceraten (noch nicht bestimmt)
Laevaptychus latus Meyer sp.
Chlamys subtextoria (Münster) Gf.
Chlamys quenstedti Blake
Aequipecten subcancellatus Münster häufig
Spondylopecten subspinosus Schlthm.
kleine scharfrippige Limen und Pectiniden
Placunopsis tatrica Zittel
Krebsreste (Prosoponiden).

Brachiopoden sind häufig, leider nicht durchweg bestimmbar. Ich konnte erkennen:

Terebratula (Liothyrina) bourgueti Ét.
Terebratula (Liothyrina) cf. *repeliniana* d'Orb.
Terebratula (Liothyrina) cf. *insignis* Schübl.

Schwämme habe ich nicht bekommen.

Es liegen also Untere Subeumelaschichten vor; *Oxyoppelia fischeri* Berckh. habe ich darüber nicht gefunden.

Bei Veringenstadt erhielt ich

Sutneria subeumela Schn.
Physodoceras hermanni Berckh.

Überlagert werden die Subeumelaschichten hier von Bankkalken der Setatuszone, die 5 m oberhalb der Wegegabel südwestlich von P. 682 auf den Äckern erkannt werden können (mit *Oxyoppelia pseudopolitula* Berckh.).

Im Bruch nördlich Neuweiler treten im Gegensatz zu Oberschmeien noch reichlich Schwämme auf, das Gestein ist schlierig, mit vielen Schuttstückchen vermengt und daher rauh brechend, sehr hart und splittrig, hellweiß gefärbt, zu unregelmäßigen Platten aufspaltend. Stellenweise werden die Kalke stark kristallin und massig, als Übergang zu dem an der Ostwand des Bruchs anstehenden Massenkalk (Zuckerkorn). Zwischen beiden Fazies kann dabei keine scharfe Grenze gezogen werden. Kieselsäure fehlt. Wegen der kleinen Störung, die unmittelbar südwestlich vom Bruch durchzieht, ist leider der Zusammenhang mit der Setatuszone zerrissen. Auf den Bruch wird unten noch zurückgekommen werden (s. S. 95).

Fossilien sind nicht häufig, ich bekam:

Sutneria subeumela Schneid
Oppelia sp.
Haploceras lens Berckh.
Velopecten velatus Gf.
Spondylopecten subpinosus Schlthm.
Liostrea cotyledon Ctj.

4. Die Zone des *Perisphinctes setatus* Schn.

Über den Subeumelaschichten haben Fischer, Bracher und Berckhemer einen Setatus-Comatus-Horizont = Hor. III ausgeschieden. Da sich nach Herrn Dr. Berckhemer's und meinen Profilen und Aufsammlungen inzwischen herausgestellt hat, daß *Perisphinctes comatus* Schn. selten ist und innerhalb des Horizonts ein vertikal sehr beschränktes Vorkommen hat, da auf der anderen Seite aber *Perisphinctes setatus* Schn. nach den Ergebnissen im Laucherttal ganz durch vorkommt und somit den Anforderungen an ein Zonenfossil genügt, nenne ich diese Zone — im Einverständnis mit Herrn Dr. Berckhemer — „Setatuszone“ [2]).

2) Berckhemer behält sich für die Gabenstettener Gegend eine weitere Unterteilung dieser Setatuszone vor und beginnt sie dort mit seinem „Lager des *Per. minutus* Berckh.“, das an der Schlattstaller Steige ca. 4½ m über der „hermanni-Zone“ der Subeumela-Schichten liegt.

Ihre Mächtigkeit beträgt bei Grabenstetten nach einer freundlichen Mitteilung Herrn Dr. Berckhemer's 10 m. Von der Kolbinger Steige gibt H. Fischer (1921, S. 24) 6 m an, das ist aber zu wenig: Die Grenze gegen die hangende Siliceuszone liegt an der Straße 832 m hoch; senkrecht unter der vermessenen Stelle — wieder an der Straße — findet sich *Sutneria subeumela* Schn. bei 820 m. Da mir nicht genau bekannt ist, aus welcher der Bänke, in denen sie vorkommt, mein Fund stammt, kann ich keine ganz exakte Zahl bestimmen, aber immerhin die Mächtigkeit der Setatuszone auf ca. 10 m ansetzen, ein Wert, der dem vom Grabenstetten ziemlich genau entspricht; auch die Gesteinsausbildung ist sehr ähnlich.

Im Untersuchungsgebiet tritt die Setatuszone in größerer Verbreitung auf:

Beim Neuweiler (Grünvogel'sches Aufnahmegebiet), an der Straße nach Hausen i. Killertal	Blatt Ebingen
Auf der großen Ackerfläche nördlich von Bitz	Blatt Ebingen
Bei der Ziegelhütte südwestlich von Neufra	Blatt Mägerkingen
In und südwestlich von Gammertingen	Blatt Mägerkingen
Südlich von Hochberg	Blatt Emerfeld
An der Straße Sigmaringen—Nollhof	Blatt Emerfeld

außerdem noch an einigen Stellen in geringem Umfang entblößt unter Bankkalken der Siliceuszone, unter denen wir sie auch sonst vermuten müssen, wenn diese in einer größeren Mulde auftreten.

Ein durchgehendes und auch fossilreiches Profil — das einzige vollständige im Lauchertgebiet — finden wir bei der Ziegelhütte Neufra. Unmittelbar westlich von P. 697 zweigen von der alten Straße nach Freudenweiler, die den großen Bogen der neuen abschneidet, drei Wege ab, von denen die beiden äußersten eine schmale Hügelzunge einschließen. An deren Abhang gegen den südlichen Weg ist das Profil in kleinen Anbrüchen und aus der Weide herausstehenden Bänken erschlossen. Da es jedoch aus verschiedenen Teilstücken kombiniert werden muß und viele Bankungsfugen versteckt liegen, können die einzelnen Mächtigkeitswerte keinen Anspruch darauf machen, die genauen Maße der Bänke anzugeben. Zur besseren Übersicht sollen petrographische und faunistische Beschreibung getrennt werden.

Profil 1

A) petrographisch.

Hellgrauer, toniger Kalk, mit vielen unscharf abgegrenzten hellbraunen Schlieren, reichlich von mehr oder weniger horizontalen, dicht gedrängten stylolithisch gerauhten Auflösungsflächen durchzogen und danach aufspaltend. *Haploceras lens* Berckh. häufig.

Siliceuszone.

Setatuszone.

w	80 cm	Hellgraubrauner, ziemlich weicher, dünnplattig-scherbig verwitternder Kalk. Viele große, scharf abgegrenzte Rostflecken. Fossilarm.
v	90 cm	
u	55 cm	
t	40 cm	gleichmäßig dunkelbraun gefärbter Kalk, sehr hart, leicht kristallin. Nur wenige braune Flecken. Gestein dem der untersten Bänke des Profils ähnlich. Fossilarm.

s 100 cm hellgrauer, fast weißer, harter Kalk, mit ausgeprägter Bankung, dünnscherbig aufspaltend. Viele und sehr große Kieselknollen.

r 60 cm ($\frac{35}{25}$) sehr heller, graubrauner Kalk, nur seltene scharf abgegrenzte rostbraune Flecken. Verwitterung unregelmäßig plattig. Viele stylolithisch gerauhte Auflösungsflächen. Wenige und kleine Kieselknollen.

q 11 cm sehr harter grauer Kalk.

p 32 cm
o 15 cm
27 cm
n 25 cm } Gestein wie Bank r, bewachsen.

m 21 cm
l 28 cm
k 24 cm } graubrauner Kalk, dunkler und härter als der der hangenden Bänke, schwach kristallin, mit schlecht ausgeprägter, scherbiger Spaltbarkeit.

i 56 cm
h 54 cm
g 62 cm
f 65 cm } Gestein wie Bank t, mit Kieselknollen.

e 40 cm
d 60 cm
c 66 cm
b 45 cm
a 32 cm } mäßig dunkel graubrauner Kalk. Sehr hart und stärker kristallin als die hangenden Bänke. Keine Aufspaltbarkeit der einzelnen Bänke mehr ausgeprägt. Bruch splittrig, mit vielen vorspringenden Eckchen. Wenige Kieselknollen durch alle Bänke verteilt. Größere und kleinere Stylolithen. Sehr fossilarm.

B) faunistisch.

w *Arca reticulata* Qu., *Thracia incerta* Desh., *Perisphinctes setatus* Schn., *Ochetoceras* cf. *canaliferum* Opp., *Haploceras lens* Berckh.

v *Oppelia* cf. *wepferi* Berckh.

t *Lima* cf. *paradoxa* Zittel, *Haploceras lens* Berckh.

s fossilreich, aber nur an unbestimmbaren Haploceraten und jungen Perisphincten.

r *Pinna granulata* Sow., *Plicatula rotundata* Remeš, *Perisphinctes* sp., *Perisphinctes setatus* Schn., *Haploceras subelimatum* Font. äußerst zahlreich, *Haploceras lens* Berckh., *Haploceras pseudocarachtheïs* Favre selten.

q *Plicatula* n. sp., *Perisphinctes setatus* Schn., *Haploceras* sp.

p *Astarte sequana* Ctj., *Pinna radiata* Sow., *Plicatula* sp., *Perisphinctes comatus* Schn., *Perisphinctes setatus* Schn., *Perisphinctes minutus* Berckh., *Perisphinctes uracensis* Berckh., *Oppelia tuttlingensis* Berckh., *Oppelia wepferi* Berckh., *Haploceras lens* Berckh., *Haploceras pseudocarachtheïs* Favre, *Haploceras subelimatum* Font., *Sutneria rebholzi* Berckh.

Bänke s—p: kleiner Bruch, in dessen Schutt außer den genau horizontierten Formen:

Zeilleria danubiensis Schlosser, *Terebratula (Liothyrina)* aff. *cyclogoniae* Zeuschn., *Hynniphoria globularis* Süss, *Arca* cf. *rustica* Ctj., *Plicatula silicea* Qu., *Perisphinctes supinus* Schn., *Perisphinctes* sp., große Form aus der Divisusgruppe.

n *Eucyclus* cf. *limosus* Qu., *Oppelia wepferi* Berckh., *Haploceras lens* Berckh.

m *Astarte sequana* Ctj., *Waagenia beckeri* Neum.,

l *Pinna radiata* Sow., *Plicatula silicea* Qu., *Haploceras pseudocarachtheïs* Favre.

k *Plicatula silicea* Qu., *Perisphinctes comatus* Schn., *Perisphinctes setatus* Schn., *Haploceras pseudocarachtheïs* Favre.

k—m: *Zeilleria danubiensis* Schlosser, *Pholadomya acuminata* Hartm., *Plicatula silicea* Qu., *Ochetoceras radiatum* Berckh., *Haploceras lens* Berckh., *Waagenia beckeri* Neum.

i *Zeilleria danubiensis* Schlosser, *Pholadomya acuminata* Hartm., *Pinna radiata* Sow., *Perisphinctes setatus* Schn., *Oppelia wepferi* Berckh., *Ochetoceras* cf. *radiatum* Berckh., *Haploceras subelimatum* Font., *Haploceras pseudocarachtheïs* Favre, *Sutneria rebholzi* Berckh.

h *Eucyclus* cf. *limosus* Qu., *Astarte sequana* Ctj., *Pholadomya acuminata* Hartm., *Anatina* aff. *caudatae* Ctj., *Thracia incerta* Desh., *Pinna radiata* Sow., *Plicatula* cf. *virgulina* Ét., *Perisphinctes setatus* Schn., *Perisphinctes* cf. *fruticans* Schn., *Oppelia wepferi* Berckh., *Oppelia tuttlingensis* Berckh., *Ochetoceras radiatum* Berckh., *Haploceras subelimatum* Font., *Haploceras pseudocarachtheïs* Favre, *Haploceras lens* Berckh., *Sutneria rebholzi* Berckh., *Waagenia beckeri* Neum.

g *Perisphinctes setatus* Schn., *Haploceras subelimatum* Font. häufig.

f *Pholadomya acuminata* Hartm., *Plicatula* cf. *virgulina* Ét., *Nodoprosopon stotzingense* H. v. Mey.

e *Arca reticulata* Qu.

d *Rhynchonella astieriana* d'Orb., *Lima notata* Gf., *Oxyoppelia pseudopolitula* Berckh.

a *Holectypus orificiatus* Schlthm., *Pinna radiata* Sow., *Aequipecten subarmatus* Münster.

Unmittelbar bei der Abzweigung der drei Wege ist ein kleiner Anbruch mit folgendem Profil:

Profil 2

ι 30 cm *Zeilleria danubiensis* Schl. var. *lugubriformis* Schlosser, *Alectryonia gregaria* Sow., *Perisphinctes uracensis* Berckh.

ϑ 130 cm *Cardium* sp., aff. *delibato* de Lor., *Perisphinctes setatus* Schn., *Perisphinctes* sp.

unterer Teil: *Zeilleria danubiensis* Schl., *Spondylopecten subspinosus* Schlthm., *Exogyra bruntrutana* Thurm., *Plicatula rotundata* Remeš, *Perisphinctes minutus* Berckh. häufig, *Perisphinctes supinus* Schn.

γ_1 28 cm
γ_2 28 cm
ε 12 cm
δ 25 cm
} ohne bestimmbare Funde.

γ 32 cm *Perisphinctes* cf. *fruticans* Schn., *Oxyoppelia pseudopolitula* Berckh.

β 95 cm
α 40 cm
} ohne bestimmbare Funde.

Aus dem Abraum des Bruchs bekam ich

Terebratula (Liothyrina) cf. *insignis* Schübl.
Terebratula (Liothyrina) repeliniana d'Orb.

Das Gestein ist durchwegs hellgelbbraun gefärbt, in Bank ϑ liegen seltene kleine SiO_2-Knollen. Wie die Profile 1 und 2 miteinander zu verbinden sind, läßt sich leider nicht genau feststellen, doch werden sich die Bänke b und η ungefähr entsprechen.

Der petrographische Habitus ist von dem Grabenstetter und Kolbinger Typus ziemlich verschieden. Zerlegt dort die Verwitterung das Gestein in zahlreiche kleine, unregelmäßig gestaltete Scherben, so treten hier von a bis i die Bänke kompakt auf und zeigen von k ab eine nach oben immer mehr ausgeprägte Neigung zu dickplattiger Aufspaltung. Die Farbe der meisten Bänke ist dunkler als bei Grabenstetten. Die dort so häufigen „stylolithisch gerauhten Auflösungsflächen" Berckhemer's treten sehr zurück. Das Korn ist feiner und die Struktur im Gegensatz zu Grabenstetten und Kolbingen ganz einheitlich, kleine — allochthone — Schuttstückchen fehlen ganz. Der Bruch ist durchweg muschlig, glatt oder etwas angeschuppt, häufig auch feinwellig (so daß „Pseudoammoniten" entstehen). Der Kalk ist dicht und sehr hart, splittert eckig und mit scharfen Kanten. Unten noch selten, finden sich gegen oben immer mehr größere Rostfleckchen und -schlieren, die sich von denen höherer Zonen durch die kräftigere und dunklere Färbung sowie dadurch unterscheiden, daß sie scharf abgegrenzt sind. Häufig wurden von der Braunfärbung die Luftkammern von Ammoniten ergriffen, oft noch zusammen mit Füllung durch Kalkspatdrusen. Kleine, hellgelbe Fleckchen sind in allen Bänken äußerst zahlreich und entstanden wohl — ebenso wie die Rostflecken — durch Verwitterung kleinster Pyritbeimengungen. Zwischen den einzelnen Bänken sind keine Mergellagen vorhanden und auch der Tongehalt ist ziemlich gering. Um so merkwürdiger ist es, daß sich in Bank $\overline{\text{I}}$ ein großes *Physodoceras* mit lettenerfüllten Luftkammern fand.

Die Mächtigkeit des großen Profils beträgt angenähert 11 m, dazu kommen noch ungefähr 2 m aus dem kleinen Anbruch, so daß die Gesamtmächtigkeit der Setatuszone an dieser Stelle 13—14 m beträgt, also wenige Meter mehr als bei Kolbingen und Grabenstetten. Leider ist dies der einzige Punkt im Lauchertgebiet, an dem eine Messung möglich ist.

Es ist sicher, daß die petrographischen Unterschiede zwischen oberem und unterem Teil des Profils in der Hauptsache dadurch bedingt sind, daß der untere wesentlich näher am Muldenrand und damit am Massenkalk liegt als der obere, indes ist wahrscheinlich, daß auch er weiter im Muldeninnern plattig aufspaltet und seine schwache Kristallinität verliert. Diese Verhältnisse treffen wir nämlich überall an, wo der betreffende randliche Streifen der Setatuszone gut erschlossen ist. Es sind das die Stellen, von denen Schmierer (1902, S. 541) schreibt: „Zwischen eigentlichem wohlgeschichtetem Zeta und massigem Epsilon liegen dann häufig einige Bänke, die, undeutlich geschichtet und petrographisch einen Übergang bildend, über die Grenze ε ζ im Zweifel lassen." Muldeninnere Setatuszone wurde dagegen auf der alten Karte verschiedentlich als ζ kartiert.

Auch Grünvogel (1914) legt beim Neuweiler die ε/ζ-Grenze mitten durch die Setatuszone und läßt sie mit der kleinen Störung zusammenfallen. Er beschreibt von dort (S. 32) an der Straße nach Hausen im Killertal „marmor-

artige ε-Bänke (Ober-ε)", wobei man „über einige Bänke im Zweifel sein" könne, wohin sie gehören. Es handelt sich um Setatuszone und sie sind von Bankkalken der Siliceuszone überlagert.

Da die Störung mitten durch das Profil streicht und einige Stellen überwachsen sind, ist eine genaue Aufnahme leider nicht möglich. Das Profil liegt unmittelbar neben Massenkalk und das Gestein entspricht deshalb bis zur obersten Bank hinauf petrographisch den unteren Bänken des Profils 1. Die Plattigkeit des dortigen oberen Teils ist nicht einmal angedeutet, die Ausbildung ist vielmehr ziemlich kristallin und massig („marmorartig"), und stellenweise (z. B. am Waldrand, schon im Hangenden der Störung) ist die auch sonst grobe Bankung kaum wahrnehmbar. Die Farbe ist ein dunkles Grau bis Graubraun. Scharf abgegrenzte Rostflecken und Kristalldrusen fehlen nicht, kleine Kieselknollen sind in manchen Bänken, z. B. der obersten zerstreut. Die Härte ist sehr groß, der Bruch splittrig mit glatten oder etwas angeschuppten Bruchflächen. Folgendes Profil läßt sich beobachten:

Profil 3

(Höhe: 860 m)

e 100 cm Bankkalke der Siliceuszone.
160 cm: überwachsen, darin die Zonengrenze.

Siliceuszone

Setatuszone

d 60 cm Ohne bestimmbare Fossilfunde.

c ca. 160 cm überwachsen.

b 80 cm *Zeilleria danubiensis* Schlosser, *Zeilleria striocincta* Qu. sp., *Rhynchonella astieriana* d'Orb., *Rhynchonella trilobata* Ziet., *Rhynchonella* aff. *lacunosae* Schlthm. sp., *Rhynchonella* cf. *parviloba* Rollier, *Oppelia wepferi* Berckh., *Haploceras subelimatum* Berckh., *Haploceras pseudocarachtheïs* Favre, *Sutneria* sp., *Physodoceras ovatum* Berckh.

a 300 cm schlecht gebankter, massiger Kalk, oben: *Zeilleria sorlinensis* Haas, *Oppelia wepferi* Berckh.

In dem schluchtartigen Anfang des Weilertales stehen im abgesunkenen Flügel (Grünvogel hat die Störung nicht ganz richtig eingezeichnet, sie streicht NNW-SSO und liegt deshalb in ihrem westlichen Teil etwas weiter nördlich) einige Bänke an, die mir

Zeilleria cf. *sorlinensis* Haas
Zeilleria cf. *danubiensis* Schlosser
Terebratula (Liothyrina) zieteni de Lor.
Terebratula (Liothyrina) cf. *bisuffarcinata* Schlthm.
Terebratulina substriata Qu.
Arca reticulata Qu.
Gervillia sp.
Alectryonia hastellata Schlthm.
Nautilus sp., krankes Exemplar
Perisphinctes setatus Schn.
Perisphinctes uracensis Berckh.
Perisphinctes cf. *minutus* Berckh.

Oppelia wepferi Berckh.
Ochetoceras cf. *radiatum* Berckh.
Haploceras subelimatum Font.
Haploceras pseudocarachtheïs Favre

geliefert haben und vermutlich etwa 5 m unter Bank a einzugliedern sind. Zu erwähnen bleibt ferner noch ein Schwamm aus Bank d.

Die Setatuszone auf der großen Ackerfläche nördlich von Bitz ist petrographisch dem Vorkommen bei der Ziegelhütte analog ausgebildet, doch habe ich bei der Kartierung keine Kieselknollen finden können. Man kann auch hier die Beobachtung machen, daß am Muldenrand die Bänke oft etwa „felsiger" werden als sie im Innern sind, d. h. sie werden gröber gebankt, führen nur noch undeutliche Ammoniten, mehr Brachiopoden, sind „rauher", gröber körnig und stärker kristallin geworden. Stylolithen und stylolithisch gerauhte Lösungsflächen sind häufiger. Derartige Gesteine setzen den Felsen nordwestlich von P. 857,2 bei der „Roßstelle" zusammen und lassen sich z. B. östlich vom „Gabelhau" und östlich von P. 873 auf den Äckern erkennen.

Fossilien fand ich bei der Kartierung häufig, es handelt sich um:

Holectypus orificiatus Schlthm.
Rhynchonella trilobata Ziet.
Terebratula (Liothyrina) cf. *insignis* Schübl.
Terebratella sp. aff. *loricatae* Schlthm.
Eucyclus cf. *limosus* Qu.
Unicardium angulatum Böhm
Lithodomus siliceus Qu.
Perisphinctes comatus Schn.
Perisphinctes setatus Schn.
Perisphinctes sp.
Perisphinctes uracensis Berckh.
Oppelia tuttlingensis Berckh.
Haploceras lens Berckh.
Haploceras pseudocarachtheïs Favre
Haploceras subelimatum Font.
Sutneria aff. *nusplingensis* E. Fisch.
Oppelia wepferi Berckh.
Nodoprosopon heydeni H. v. Mey.

Die Bänke ostnordöstlich vom Freudenweiler haben mir keine Fossilien geliefert.

In größerer Verbreitung treffen wir die Setatuszone wieder bei Gammertingen. Gammertingen liegt an der Nordwestecke einer annähernd kreisrund gestalteten Mulde, in der, im Hangendflügel zweier Störungen, die Zone selbst noch freigelegt ist. Ein Bruch an der Straße nach Feldhausen, 700 m hoch (in der Karte nicht eingetragen), bietet einen schönen Aufschluß in den oberen 3,60 m (s. Tafel 1, Figur 2).

Bei scharf ausgebildeter faunistischer und Faziesgrenze gegen die hangende Siliceuszone bleibt sich die Gesteinsausbildung im ganzen Aufschluß gleich. Es zeigt

sich eine ausgezeichnete, völlig regelmäßig verlaufende Bankung, wobei die mächtigeren Bänke ebenfalls regelmäßig in 10—15 cm dicke Schichten untergeteilt sind. An der Basis des Bruchs liegt als große Seltenheit für die Setatuszone eine sehr dünne Lettenlage, im übrigen fehlen Mergellagen ganz. Kieselknollen sind reichlich, aber unregelmäßig verteilt. Einzelne Bänke enthalten die großen, scharf abgegrenzten rotbraunen Rostflecken, oft in Verbindung mit Kalkspatdrusen; die kleinen hellgelben Fleckchen durchziehen dichtgedrängt das ganze Gestein. Der Kalk ist sehr tonarm, äußerst hart, bricht bei glattem oder leicht angeschupptem muscheligem Bruch in scharfkantige Splitter und ist sehr kristallin, so daß er, in die Sonne gehalten, glitzert. Die Farbe ist ein sehr helles, fast weißes Braun, die ganze Fazies steht zwischen der der Ausbildung von Neufra und der von Grabenstetten—Kolbingen. Da der Bruch zur Zeit meiner Besuche im Betrieb war und aus dem frischen Gestein Fossilien kaum zu gewinnen sind, ist meine Ausbeute ziemlich gering. Ich fand:

Profil 4

Mergel und Bankkalke

Siliceuszone (s. u. S. 37).

Setatuszone

e 82 cm *Haploceras pseudocarachtheïs* Favre, *Haploceras lens* Berckh., *Perisphinctes setatus* Schn.

d 96 cm *Perisphinctes* cf. *supinus* Schn.

c 104 cm keine bestimmbare Fossilien.

b 67 cm *Perisphinctes* sp., *Haploceras subelimatum* Font., *Haploceras pseudocarachtheïs* Favre.

a 14 cm *Haploceras subelimatum* Font., *Haploceras pseudocarachtheïs* Favre. dünne Lettenlage.

Im Schutt bekam ich

Perisphinctes setatus Schn.
Perisphinctes uracensis Berckh.

Häufigen Querschnitten zufolge scheinen Brachiopoden zahlreich aufzutreten.

Am Nordrand des Neckentals ist bei 700 m eine kleine Grube ebenfalls in den obersten Bänken der Zone angelegt, die besonders zahlreich

Ochetoceras radiatum Berckh., dann
Oppelia gammertingensis Berckh. enthält.

An dem Weg von Gammertingen zum Kreisaltersheim erhielt ich bei Grabungen oberhalb des Bahnübergangs — also wieder in den obersten Bänken der Zone —

Perisphinctes setatus Schn.
Perisphinctes uracensis Berckh.
Perisphinctes cf. *roubyanus* Font.
Oppelia cf. *subsidens* Font.
Haploceras lens Berckh.
Haploceras subelimatum Font.

Bei einem Neubau an der Abzweigung der Straße nach Neufra von der nach Reutlingen fand Herr Professor Dr. Hennig bei einem gemeinsamen Besuch — etwa 8 m unter der Zonenobergrenze —

Perisphinctes supinus Schn.
Waagenia beckeri Neum.

An der Straße nach Neufra steht an zwei Stellen hinter Häusern die Grenze der Setatus- gegen die Siliceuszone an. Die Aufschlüsse bieten gegenüber dem erstgenannten Bruch nichts Neues, immerhin sei bemerkt, daß auch hier die Kieselknollen bis zur obersten Bank aushalten und die Grenze petrographisch sehr scharf ist.

Ein kleines Vorkommen am rechten Lauchertufer südlich von Gammertingen wird später zu besprechen sein.

In der von Gammertingen entsprechender petrographischer Ausbildung treffen wir dann die Setatuszone wieder östlich von Veringendorf an einem niedrigen Rain am Ende des Langen Tals. Einige isoliert aus dem Boden herausstehenden Bänke, unmittelbar überlagert von solchen der Siliceuszone, lieferten (also wieder aus dem obersten Teil):

Perisphinctes setatus Schn.
Oppelia wepferi Berckh.
Haploceras lens Berckh.
Haploceras subelimatum Font.
Haploceras pseudocarachtheïs Favre, neben
großen Brachiopoden, darunter
Rhynchonella trilobata Zieten.

Im Hangenden der Lauchertstörung kehrt die Zone an zwei Stellen auf der Hochfläche von Hochberg wieder, ohne erwähnenswerte Fossilien geliefert zu haben (s. u. S. 104).

Erst im südlichen Lauchertgebiet ist der petrographische Charakter dem von Grabenstetten und Kolbingen gleich.

An der Straße Sigmaringen—Nollhof stehen an der Böschung beim km 36, von Bankkalken der Siliceuszone überlagert, unten sehr hell, fast weiß, oben etwas dunkler gefärbte, äußerst harte und tonarme Kalke in 6 m Mächtigkeit an, von denen ein genaues Profil zu geben wegen der großen Fossilarmut unnötig ist. Schmierer (1902, S. 541) hat die Ähnlichkeit mit der Setatuszone von Kolbingen schon erkannt, und speziell hier auf die Schwierigkeit der Zuteilung zu ε oder ζ hingewiesen. In der Tat ist es in der alten Grube beim P. 607,3 kaum möglich und der Willkür überlassen, genau die Grenze zu ziehen.

Gut durchgehende Fugung schafft oben etwa 10, unten 15—20 cm mächtige Bänkchen, wird aber durch den regellosen kleinscherbigen Zerfall des Gesteins stark überdeckt, da ja die Bankung nicht durch Letten- oder Mergelbestege unterstrichen wird. Die Kristallinität ist stark ausgeprägt, der Aufbau nicht ganz einheitlich, sondern etwas schlierig. Stylolithen und stylolithisch gerauhte Auflösungsflächen sind häufig, ebenso braune Liesegang'sche Ringe. Kieselknollen sind einzelnen Bänken z. T. in beträchtlicher Größe und schön braun oder blaugrau gefärbt, eingelagert.

Einige kleine, stärker kristalline, dunkelbraun gefärbte, die Schichtung durchbrechende Stotzen, ohne erkennbare Schwammspuren und ganz von Stylolithen durchsetzt, wie sie auch bei Grabenstetten in den tieferen Teilen der Setatuszone vorkommen, sind zu bemerken.

Im 3. bis 4. m von unten gerechnet habe ich auch seltene Schwammreste gefunden, was nicht verwunderlich ist, da ja Massenkalk in nächster Nähe ansteht (s. Karte). Angeführt sei ferner noch

Terebratula (Liothyrina) insignis Schübl.
Nodoprosopon heydeni v. Mey.

In derselben Ausbildung zeigen sich die oberen, dunkleren und kieselknollenärmeren Bänke dieses Profils direkt gegenüber am Weg auf der andern Seite des Trockentals, ebenfalls in 10–15 cm mächtige Bänkchen untergeteilt. An Fossilien bekam ich dort:

Profil 5

Siliceuszone

Setatuszone

e 50 cm *Ochetoceras tenue* Berckh., *Ochetoceras* cf. *zio* Oppel, *Ochetoceras* sp.

d 100 cm *Rhynchonella trilobata* Ziet., *Aequipecten subarmatus* Mü., *Perisphinctes* sp. *indet.*

c 110 cm *Zeilleria danubiensis* Schloss., *Rhynchonella trilobata* Zieten, *Arca reticulata* Qu., *Placunopsis tatrica* Zittel, *Perisphinctes* cf. *roubyanus* Font., *Haploceras pseudocarachtheïs* Favre, *Haploceras subelimatum* Font.

b 53 cm *Zeilleria sorlinensis* Haas, *Terebratulina substriata* Qu., *Ochetoceras radiatum* Berckh., *Prosopon* sp.

a 115 cm *Zeilleria danubiensis* Schloss., *Rhynchonella* aff. *lacunosae* Schlthm., *Aequipecten subcancellatus* Mü., *Spondylopecten subspinosus* Schlthm., *Plicatula silicea* Qu., *Perisphinctes setatus* Schn., *Ochetoceras* cf. *ornatum* Berckh.

Der kleine Fleck südöstlich von Unterschmeien ist entsprechend seiner geringen Ausdehnung ziemlich massig ausgebildet und enthält auch einzelne wohlerhaltene Schwämme.

Eine ins Einzelne gehende Gliederung der Zone, wie sie Berckhemer bei Grabenstetten aufstellen konnte, hat sich, wie der Vergleich der beschriebenen Stellen zeigt, im Lauchertgebiet nicht durchführen lassen.

So kommt *Perisphinctes minutus* Berckh., der bei Grabenstetten auf die Basis der Zone beschränkt ist, in Profil 1 noch 4,36 m unter der Siliceuszone und über *Waagenia beckeri* Neum. vor, andererseits fand sich in Profil 2 *Oxyoppelia pseudopolitula* Berckh. ungefähr 1 m unter einer Bank, die zahlreich *Perisphinctes minutus* Berckh. enthielt. *Waagenia beckeri* Neum. erhielt ich östlich von Veringendorf unmittelbar, in Gammertingen etwa 8 m unter der Siliceuszone, sie ist also ebenfalls nicht beständig. *Perisphinctes comatus* Schn. liegt in Profil 1 in und über der Bank mit *Waagenia beckeri* Neum. *Perisphinctes setatus* Schn. und *Perisphinctes uracensis* Berckh. scheinen ganz durchzugehen, *Haploceras pseudocarachtheïs* Favre mindestens im oberen Teil (es fand sich übrigens auch schon in der Subeumelazone).

Ich wage es deshalb nicht, Profil 1 und 2 von der Ziegelhütte Neufra mit dem von Grabenstetten zu parallelisieren, es ist vielmehr zu folgern, daß die Berckhemer'schen Befunde eine Verallgemeinerung nicht vertragen.

Die Fauna setzt sich vor allem aus Ammoniten, Muscheln und Brachiopoden zusammen. Außer den bei den einzelnen Profilen erwähnten Ammoniten sind überall glatte Haploceraten und Oppelien ohne irgendwelche Merkmale zahlreich. Der Häufigkeit der Oppelien entspricht die der zugehörigen Lamellaptychen, Laevaptychen sind ebenso wie Physodoceraten selten, die zarten Granulaptychen habe ich trotz der Häufigkeit der Perisphincten nicht finden können. Die Ammoniten sind in der überwiegenden Mehrzahl unzerdrückt und fast ausnahmslos unversehrt erhalten, ein wichtiger fazieller Unterschied gegenüber den höheren Zonen.

Die Muscheln seien kurz zusammengestellt:

Arca reticulata Qu.
Arca cf. *rustica* Ctj.
Isoarca cordiformis Zieten
Astarte supracorallina d'Orb.
Astarte sequana Ctj.
Unicardium angulatum Böhm
Cardium sp. aff. *delibato* de Lor.
Pholadomya acuminata Hartm.
Anatina aff. *caudatae* Ctj.
Thracia incerta Desh.
Pinna granulata Sow.
Pinna radiata Sow.
Gervillia sp.
Lima notata Gf.
Lima pratzi Böhm
Lima cf. *paradoxa* Zittel
Ctenostreon tegulatum Gf.
Aequipecten subarmatus Mü.
Aequipecten subcancellatus Mü.
Spondylopecten subspinosus Schlthm.
Chlamys cf. *subtextoria* (Mü.) Gf.
Velopecten velatus Gf.
Entolium cingulatum Gf.
Variamussium nonarium Qu.
Plicatula rotundata Remeš
Plicatula n. sp.
Plicatula silicea Qu.
Plicatula cf. *virgulina* Ét.
Anomia sp.
Alectryonia hastellata Schlthm.
Exogyra bruntrutana Thurm.
Lithodomus siliceus Qu.

Entolium cingulatum Gf., *Variamussium nonarium* Qu. und *Astarte supracorallina* d'Orb. sind ungemein häufig, so daß sie fast in jeder Bank zu finden sind, sie wurden deshalb bei den Profilen nicht einzeln aufgeführt.

Es handelt sich um lauter Formen, die auch in anderen Zonen vorkommen, wie ja überhaupt im ganzen Malm die Muschelarten sehr „langlebig" zu sein scheinen. Die wenigen — angekreuzten — Ausnahmen betreffen seltene Stücke, die ich nur in je einem Exemplar fand und die deshalb nichts besagen können. Der biologische Charakter der Gesamtheit spiegelt aber gut die Ablagerungsverhältnisse der sie bergenden Sedimente wieder: mit *Ctenostreon, Lithodomus, Isoarca, Chlamys* und anderen Muscheln, die wir aus Ablagerungen vom Typ Kelheim und Nattheim kennen, leben zusammen *Pholadomya* und *Pinna,* also schlammbewohnende Tiere. So entspricht also auch die Muschelfauna der faziellen Zwischenstellung, die die Setatuszone zwischen Massenkalk, den liegenden geschichteten Sedimenten und den stark tonhaltigen, wohlgebankten Kalken der höheren Zonen einnimmt.

Schnecken treten mit
Eucyclus cf. *limosus* Qu.
Pleurotomaria n. sp. I und II
sehr zurück. Ganz vereinzelt finden sich Seeigel:
Holectypus orificiatus Schlthm.

Von Tuttlingen gibt H. Fischer (1921, S. 25) an:
Holectypus depressus Phil.
Collyrites carinata Des.

An Cephalopoden sind außer den Ammoniten Belemniten nicht selten, ferner sind einige unbestimmbare Nautilusbruchstücke zu erwähnen. Prosoponiden und Fischreste scheinen selten.

Schwämme kommen ganz vereinzelt und nur unmittelbar am Muldenrand vor, sie dürfen deshalb nicht zur eigentlichen Bewohnerschaft der Mulde gerechnet werden.

Ob sich die immerhin beträchtlichen Faziesunterschiede paläogeographisch auswerten lassen, wenn weitere Arbeiten einen Überblick über die ganze Alb gestatten, läßt sich vorerst nicht entscheiden. Es mag aber darauf hingewiesen werden, daß sich im Lauchertgebiet beide Fazies geographisch ausschließen und daß sich die Änderung anscheinend in nw.—sö. Richtung vollzieht, einer Richtung, die auch in den höheren Zonen die Senkrechte auf dem „paläogeographischen Streichen" darstellt (cf. S. 121, Ab. 16).

Aber trotz dieser Verschiedenheiten ist die Gesteinsausbildung der Setatuszone durch manche Eigentümlichkeiten gekennzeichnet, durch die sie sich von sämtlichen anderen Zonen petrographisch scharf trennen läßt, sie besitzt neben dem reichen Gehalt an zoneneigenen Ammoniten auch eine selbständige Fazies und kann im Gelände auch ohne Anstehendes jederzeit einwandfrei erkannt werden, wenn nicht gerade die paar Meter am Muldenrand vorliegen, die im Handstück mit manchen Teilen des Massenkalks verwechselt werden können. Das starke Zurücktreten toniger Beimengungen im Kalk — die verschwindenden Ausnahmen sind erwähnt worden —, die - allerdings unregelmäßige - Führung von Kiesel-

säure und die besonders ausgeprägte Art der Limonitführung machen eine Verwechslung mit höheren Zonen unmöglich, die bräunliche Färbung, das feinere Korn, die meist häufigen, scharf abgegrenzten, großen, kräftig braunen Rostflecken sowie die bessere Plattigkeit bilden den Unterschied gegen Übergangsschichten und Subeumelazone. Weitere, im Aufschluß erkennbare Eigentümlichkeiten sind das meist ausgeprägte Aufspalten zu gleichmäßig dicken, im Durchschnitt 15 cm mächtigen Bänkchen, im SO dazu die charakteristische Scherbigkeit, dann — zum Unterschied gegen oben — das Fehlen von Mergellagen zwischen den einzelnen Bänken und das Fehlen von Schuttbänkchen und einzelnen Schuttstückchen, auch am Muldenrand.

Es sind dies alles Eigenschaften, die nicht nur im Lauchertgebiet, sondern in allen bis jetzt bekannt gewordenen Aufschlüssen in der Setatuszone Schwabens wiederkehren, und die auch in der Setatuszone des Altmühlgebiets, soweit ich sie bei einem vorläufigen kurzen Besuch ausscheiden konnte, zu beobachten sind.

Auch die Art der Kieselsäureführung ist für die Setatuszone, soweit ich sie kenne, charakteristisch. Es sind weder Brachiopodenschalen verkieselt, noch ist SiO_2 in Form kleiner Flöckchen gleichmäßig im Gestein verteilt, wie es in den unteren Zonen neben der Knollenführung der Fall war, sondern die vorhandene Kieselsäure ist ausschließlich in verhältnismäßig großen Knollen konzentriert. Diese treten nicht in allen Bänken auf, doch läßt sich dies nicht für feinstratigraphische Zwecke innerhalb der Zone verwerten, da sich keine Regel aufstellen läßt, wie sich aus dem Vergleich der verschiedenen Profile ergibt. Ja sogar im selben Aufschluß kann ein Wechsel eintreten. So finden sich in den Bänken i und h des Profils 1 Kieselknollen nur im östlichen Teil des Hanges.

5. Die Schichten mit *Perisphinctes ulmensis* Opp.

a) Allgemeines und Untergliederung

Mit den Ulmensisschichten beginnt die Serie geschichteter Ablagerungen, die nach der landläufigen, von Quenstedt herrührenden Bezeichnung den Malm Zeta darstellen. Mit scharfem petrographischem Wechsel folgen über den tonarmen Kalken der Setatuszone wohlgeschichtete, stärker tonhaltige Bankkalke, die einzelnen Bänke getrennt durch mehr oder weniger dicke Mergellagen. Dieses Tonigerwerden und das schon erwähnte Aufhören der Kieselknollenführung sind Erscheinungen, die sich auch bei Grabenstetten und Kolbingen (Berckhemer 1922a, S. 78) zeigen und denen deshalb regionale Bedeutung zugesprochen und stratigraphischer Wert beigelegt werden darf.

Den bisher im Schwäbischen Jura üblichen Namen Plattenkalk möchte ich nicht verwenden, sondern durchweg von Bankkalken sprechen. Plattenkalke sind eine Fazies, die wir von Solnhofen—Eichstätt—Kelheim, in Schwaben von Nusplingen—Kolbingen kennen, während alle anderen geschichteten kalkigen Sedimente des Oberen Malm eine ziemlich dicke Bankung aufweisen. Auch Schneid (1914/15) hat den Namen Plattenkalk auf die Solnhofer Fazies beschränkt, und ich folge nur seinem Beispiel.

Die Ulmensisschichten sind oberflächlich viel weiter als die Setatuszone im ganzen Gebiet verbreitet, da der Sedimentationsraum in den Mulden immer größer geworden ist und dann auch häufig die Erosion nicht bis zur Setatuszone hinabgegriffen hat. Gute Aufschlüsse sind aber selten.

Ich rechne die Ulmensisschichten bis zu den Zementmergeln ausschließlich hinauf, die petrographisch und faunistisch wieder einen neuen Abschnitt bedeuten. Sie enthalten also in dieser Fassung den *Zio-nudocrassata*-Horizont und den Korallenhorizont der H. Fischer'schen (1922, S. LIII), die Horizonte IV (*Zio-wepferi*-Horizont) und V (fossilarme Plattenkalke) der Berckhemer-Bracher'schen Einteilung (Berckhemer 1922a, S. 78). Eine Parallelisierung kann zunächst nur mit Tuttlingen durchgeführt werden, denn allein dort wurden bis jetzt die „Unteren Plattenkalke" als eigene Zonengruppe ausgeschieden (s. auch schon Spitz 1913, S. 527), während von der ganzen übrigen Alb wegen der bisherigen Anschauung von der Gleichzeitigkeit der Zementmergel mit den „Plattenkalken" Genaues nicht bekannt ist. Nur noch vom Profil von Grabenstetten wissen wir sicher, daß Ulmensisschichten vorliegen, da der Anschluß an die Setatuszone gegeben ist.

Da aber bei Kolbingen—Tuttlingen die Grenze zwischen den Horizonten IV und V nach rein faziellen Gesichtspunkten gezogen worden ist (denn die gleichzeitig einsetzende Fossilarmut ist kein faunistisches, sondern ebenfalls ein fazielles Merkmal) und da die fossilarmen Plattenkalke des Hor. V eine fazielle Eigentümlichkeit der Tuttlinger—Kolbinger Gegend sind, läßt sich die dortige Zweiteilung nicht ohne weiteres auf andere Gebiete übertragen. Man wird vielmehr den umgekehrten Weg gehen und versuchen müssen, von günstigeren — normale Fazies zeigenden — Gebieten aus eine dort festgestellte Gliederung nun in die zusammengefaßten Horizonte IV und V hineinzutragen.

Im Lauchertgebiet sind bei Neufra und Gammertingen Profile aufzunehmen, die die gesamten Ulmensisschichten umfassen; im Süden verhindert der Mangel an Aufschlüssen ein gründliches Studium des höheren Teils. Da aber bestimmbare Ammoniten ziemlich selten sind, und das mir zur Verfügung stehende Material deshalb nicht eben reichhaltig ist, wage ich nicht auf Grund weniger — und dazu noch auf engbegrenztem Raum gefundener — Formen eine detaillierte Unterteilung vorzuschlagen, doch sollen meine Funde mit genauer Ortsangabe angeführt werden, damit ein Vergleich und eventuell eine Feingliederung durchgeführt werden kann, wenn stratigraphische Aufsammlungen in andern Gebieten die Möglichkeit dazu gewähren.

Ich habe die Schichten nach dem *Perisphinctes ulmensis* Oppel benannt, weil ich ihn aus tiefen wie aus hohen Teilen der zusammengefaßten Horizonte IV und V kenne.

Wenn Berckhemer (1929, S. 192/193) von *Ulmensis*-Schichten spricht und sie über „Schichten mit *zio, siliceus* und *wepferi*" stellt, so sollte damit, wie mir Herr Dr. Berckhemer mitteilte, keine neue Zone aufgestellt, sondern nur ausgesagt werden, daß sich in den betreffenden „mergeligen Plattenkalken" *Perisphinctes ulmensis* Oppel fand.

Eine grobe Unterteilung glaube ich aber jetzt schon vornehmen zu dürfen. Von Grabenstetten wissen wir durch Berckhemer (1926, S. 241), daß über der Setatuszone Bankkalke mit *Perisphinctes siliceus* Qu., *Ochetoceras zio* Opp. und *Oppelia wepferi* Berckh. folgen und daß die Bankkalke in den

Brüchen über dem Dorf diese Formen nicht geliefert haben. Eine profilmäßige Verknüpfung der Fundstellen, die überaus wertvoll wäre, läßt sich leider nicht bewerkstelligen. Und von Kolbingen—Tuttlingen wissen wir (H. Fischer 1921, S. 25/26), daß der fossilführende Horizont IV *Oppelia wepferi* Berckh., *Ochetoceras zio* Opp. und auch (Berckhemer 1922, S. 73) *Perisphinctes siliceus* Qu. enthält. Denen von Grabenstetten ähnliche Verhältnisse traf ich bei der Ziegelhütte Neufra, und in dem Profil im Eisenbahneinschnitt westlich von Gammertingen (s. u.) fand sich Perisphinctes siliceus Qu. fast in jeder Bank, um dann plötzlich aufzuhören. Das oberste *Ochetoceras zio* Opp. lag in Bank i, also 4 m unter dem obersten *Perisphinctes siliceus* Qu., doch ist das bei dem viel selteneren Vorkommen von *Ochetoceras zio* Opp. kein Beweis für endgültiges Aussetzen.

Aus dem Vergleich aller Profile ergibt sich, daß wir in *Perisphinctes siliceus* Qu. und *Ochetoceras zio* Opp. Formen besitzen, die unmittelbar über der Setatuszone auftreten und eine bestimmte stratigraphische Höhenlage innerhalb der Ulmensisschichten nicht überschreiten. *Oppelia wepferi* Berckh. muß, als auch schon in der Setatuszone häufig, ausscheiden und geht anscheinend auch in den Ulmensisschichten bei weitem nicht so hoch hinauf wie *Perisphinctes siliceus* Qu.

Da *Perisphinctes siliceus* Qu. ungleich häufiger ist als *Ochetoceras zio* Opp. und auch bei schlechter Erhaltung noch gut bestimmt werden kann, möchte ich den unteren Teil der Ulmensisschichten als Zone des *Perisphinctes siliceus* Qu. abtrennen. Dies erscheint durch den Vergleich dreier entfernter Profile gerechtfertigt, aber für den Rest der Zone vermag ich keine ähnliche, zahlreich nur in ihm auftretende Form anzugeben, zumal keinerlei Vergleichsmöglichkeiten mehr vorhanden sind, und so mag er einstweilen undefiniert bleiben und „Obere Ulmensisschichten" genannt werden.

Die Mächtigkeit läßt sich an wenigen Stellen nur, und auch da nur annäherungsweise berechnen. Es hat dies einmal eben darin seinen Grund, daß die liegende Setatuszone nur spärlich zu Tage tritt. Sodann werden die hangenden weichen Mergel leicht erodiert, und wegen der nur muldenförmigen Einlagerung, nicht flächenhaften Verbreitung der geschichteten Fazies können sie dann auch nicht etwa an weiter zurückliegenden Hängen noch erhalten sein. Aber auch wenn noch einzelne Reste vorhanden sind, können sie in beliebiger Höhe in der Mulde liegen, so daß in diesem Fall im Vertikalriß die Ulmensisschichten von den Zementmergeln durch ein Band von Massenkalk getrennt sind. Nie läßt sich dann ihre Obergrenze bestimmen. Und da innerhalb der Ulmensisschichten Einzel-„Leitbänke", wie sie im Lias und Dogger so häufig und wertvoll sind, fast ganz fehlen, kann ein vollständiges Profil nicht aus mehreren Mulden kombiniert werden.

Wenn beim Neuweiler nicht durch Störungen die Mächtigkeit scheinbar vermindert wird, beträgt sie nur ungefähr 25 m: Auf dem „Langen Wasen" liegt die Untergrenze der Mergel bei 882 m, beim Neuweiler die Obergrenze der Setatuszone bei 860 m, einige Meter müssen wegen der Schiefstellung der untersten Bänke zugezählt werden.

Bei Gammertingen ist durch zwei Störungen die direkte Beobachtung unmöglich gemacht. Die Verbindung aller Beobachtungen ergibt jedoch eine Mächtigkeit von 35—40 m.

In der Mulde rechts der Lauchert zwischen Veringendorf und Jungnau beträgt sie etwa 40 m, und am „Thiergarten" südöstlich von Unterschmeien 45—50 m.

Die Mächtigkeit verdoppelt sich demnach von NW nach SO.

Bei Gammertingen läßt sich ein Profil nahezu der gesamten Ulmensisschichten aufnehmen und die Mächtigkeit der Siliceuszone ablesen: An der Straße nach Neufra sind hinter Häusern genau unter der Mitte des großen Eisenbahneinschnitts zwei Brüche, mit 670 m hoch liegender Sohle, die beide dasselbe Profil erschließen und horizontale Schichtlagerung aufweisen. Der untere Bruch besitzt eine Höhe von 8 m. Die Schichten in der Mitte des Eisenbahneinschnitts senkrecht darüber liegen ebenfalls horizontal. Die Sohle ist 685 m hoch, in dieser Höhe liegt Bank x. Von ihr aus sind, da die Sohle des Einschnitts nach Norden und die Schichten mit 5° nach Süden fallen, nach abwärts noch weitere 6,35 m erschlossen, so daß zwischen dem unteren Bruch und dem Profil im Einschnitt nur 65 cm unerschlossen sind. Die Grenze Zementmergel—Ulmensisschichten liegt oberhalb des Einschnitts bei 700 m. Da nun die Bank x die unterste ist, in der *Perisphinctes siliceus* Qu. nicht mehr vorkommt, errechnet sich unter Zugrundelegung einer Gesamtmächtigkeit von 35—40 m die Zone des *Perisphinctes siliceus* Qu. zu 20—25 m und die oberen Ulmensisschichten zu 15 m. Der untere Teil der Siliceuszone wäre demnach im Bruch nicht mehr erschlossen, wofür auch die petrographische Beschaffenheit spricht.

Übertragen wir diese Verhältnisse nun auf das Kolbinger Profil, wo über 7,23 m *„Zio-nudocrassata*-Horizont (Fischer 1921, S. 25) von 832—840 m — die „fossilarmen Plattenkalke" (der Fischer'sche Ausdruck „Korallenhorizont" ist als irreführend abzulehnen, da er sich nur auf ein paar kleine Einzelkorallen stützt) liegen, deren Mächtigkeit nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn Rebholz in der Tuttlinger Gegend etwa 20 m beträgt, so ist ohne weiteres ersichtlich, daß zum mindesten ihr unterer Teil noch zur Siliceuszone wird gerechnet werden müssen, denn während bei Gammertingen und Neufra das Verhältnis Siliceuszone / Obere Ulmensisschichten wie 4:3 ist, ist das Verhältnis von IV:V bei Tuttlingen (Kolbingen) wie 2:5.

b) Der untere Teil der Siliceuszone im nördlichen Gebiet

Die Grenze Setatus / Siliceuszone ist an verschiedenen Stellen aufgeschlossen.

Äußerst instruktiv ist der Bruch bei Gammertingen an der Straße nach Feldhausen (s. S. 29, Prof. 4, Taf. 1, Fig. 2). Sein Profil lautet:

50	cm	Schutt
20	„	Kalk
		dünne Mergellage
7	„	Kalk
		dünne Mergellage
11	„	Kalk

	3 cm	Mergel
	5 „	Kalk
	5 „	Mergel
	17 „	Kalk
	3,5 „	Mergel

Siliceuszone

Setatuszone

e—a 3,36 m tonarmer Kalk mit Kieselknollen.

Der Mergel ist tonreich und schiefert teils in dünne Blättchen auf, teils zerfällt er stückig.

Der Kalk ist sehr hell, grau gefärbt und ziemlich tonhaltig, er springt nicht mehr glatt und muschlig und nicht mehr mit scharfen Ecken und Kanten wie die Kalke der Setatuszone, sondern besitzt einen körneligen und schuppigen Bruch, mit weichen Formen der Gesamtbruchfläche. Die einzelnen Bänke spalten in sich unregelmäßig feinplattig auf. Einige dieser Spaltflächen — besonders zahlreich bei der Ziegelhütte Neufra — sind mit grünlich gefärbten, stylolithisch gerauhten Auflösungsflächen versehen. Die hellgelben Fleckchen der Setatuszone fehlen, doch sind hier wieder wie in den Quaderkalken des Malm δ kleine verwitterte FeS_2-Würfel eine häufige Erscheinung, auch hier wieder oft von kleinen Kristalldrusen begleitet. Daneben sind sehr hell rotbraune große Bänder und Flecken mit unscharfen Rändern zahlreich eingestreut und verleihen dem Gestein ein scheckiges Aussehen. Auch die meisten Fossilien sind mit einem hellrotbraunen Überzug versehen.

Der gegenüber der Setatuszone viel weichere Gesteinscharakter kommt an den grasbewachsenen Hängen bei den Profilen 1 und 4 sehr schön dadurch zum Ausdruck, daß oberhalb der Zonengrenze keine Bänke mehr aus dem Boden herausstehen, während der Hang unterhalb sehr „felsig" ist.

Von der im allgemeinen großen Fossilarmut der Ulmensisschichten sticht die reiche Fossilführung der untersten Bänke angenehm ab; sie sind bei Gammertingen ganz erfüllt mit Ammoniten. Die meisten sind allerdings glatte, charakterlose und daher unbestimmbare Haploceraten und Oppelien, daneben fanden sich:

Pinna cf. *lanceolata* Mü.
Perisphinctes cf. *pubescens* Schn.
Oppelia wepferi Berckh. häufig
Ochetoceras zio Oppel
Ochetoceras sp.
Haploceras subelimatum Font.
Haploceras lens Berckh.
Physodoceras sp. (noch nicht bestimmt).

An der alten Straße nach Freudenweiler bei der Ziegelhütte Neufra liegt die Grenze bei ungefähr 707 m. Aus der untersten Bank der Siliceuszone bekam ich:

Perisphinctes siliceus Qu.
Oppelia wepferi Berckh.

Die petrographische Grenze (s. S. 23, Prof. 1) fällt also auch hier mit der faunistischen zusammen.

Beim Neuweiler ist über den noch halbmassigen Bankkalken der Setatuszone die petrographische Verschiedenheit besonders auffallend. Die Fossilführung ist — mit den zahlreichen Haploceraten und Oppelien, auch vielen Exemplaren von *Ochetoceras zio* Opp. und anderen Ochetoceraten — dieselbe wie bei Gammertingen. Besonders zahlreich sind hier auch Lamellaptychen, dann fand sich ein Zahn von

Notidanus sp.

Auf Äckern kann dieser fossilreiche Teil in Lesesteinen erkannt werden: beim P. 873 nordnordwestlich Bitz, östlich vom Ebinger Berg beim Freudenweiler mit

Perisphinctes siliceus Qu.
Perisphinctes paraboliferus Berckh.
Oppelia wepferi Berckh.

sowie über dem Kreisaltersheim Gammertingen, hier mit

Perisphinctes siliceus Qu.
Ochetoceras cf. *pallysianum* Font.

Der allgemeine petrographische Charakter der untersten Siliceuszone ist überall derselbe und kann nirgends verkannt werden, eine genaue Bankvergleichung, etwa der Mergellagen, aber ist nicht möglich. So liegen im Gegensatz zum Profil von Gammertingen bei der Ziegelhütte Neufra (aufgeschlossen an der neuen Straße) über den Kalken der Setatuszone harte Bankkalke mit nur dünnen Zwischenlagen festen, sehr kalkreichen Mergels. Diese Unregelmäßigkeit im Auftreten der Mergellagen ist überall in den Ulmensisschichten zu beobachten, sie dürfen deshalb nur mit Vorsicht zum stratigraphischen Vergleich herangezogen werden.

c) Die Aufschlüsse bei der Ziegelhütte Neufra

In Brüchen und natürlichen Aufschlüssen läßt sich bei der Ziegelhütte Neufra ein großer Teil des Profils der Ulmensisschichten zusammenstellen, und um ein Bild von der trotz vieler gemeinsamen Züge großen petrographischen Mannigfaltigkeit des „Malm Zeta" zu geben, sowie zur Sicherstellung der Stratigraphie sollen sie ausführlich beschrieben werden.

Die unterste Siliceuszone ist nur mangelhaft und unzusammenhängend erschlossen. An der neuen Straße liegt ihre Untergrenze bei 711 m. Bei 715 m folgt ein auf der Karte nicht eingezeichneter Bruch, dessen Gestein sich schon wesentlich vom Liegenden unterscheidet. Sein Profil lautet:

Profil 6

	150 cm	Schutt. Kalk wie Bank z.
z	27 cm	Hellgrauer, harter, dichter, toniger Kalk. Mit wenigen grünlich gefärbten stylolithisch gerauhten Lösungsflächen. Sehr dünne Mergelbestege zwischen den einzelnen Bänken. Bruch glatt oder etwas angeschuppt, muschlig, in einzelnen Partien rauh und körnelig. Grob horizontal geklüftet, aber nicht plattig, sondern regellos splittrig mit scharfen Ecken zerspringend. Stellenweise ist die Struktur etwas schlierig, d. h. dunkelgraue, aber

		petrographisch gleiche Partien verschwimmen randlich mit dem sehr hellen Nebengestein. In Bank x einzelne kleine eckige Schuttstückchen. Zahlreiche große, hellbraune, unscharf abgegrenzte Bänder und Schlieren neben in manchen Lagen zahlreichen, kleinen, rotbraunen Tüpfelchen.
	1 cm	Lehmiger Mergel.
v	5 cm	Weicher, stark toniger, feinplattig aufspaltender Kalk mit einigen stylolithisch gerauhten Lösungsflächen.
u	25 cm	Kalk, petrographisch wie Bänke w—x, mit Andeutungen von Fucoiden. Viele Rostflecken, teilweise um stärker kristalline Schuttstückchen herum.
t	3 cm	Lettenlage.
s	28 cm	Kalk, petrographisch wie Bänke w—x (aber ohne die Schlierenbildung), mit einigen limonitisierten Schwefelkieskristallen und größeren, rostbraunen Flecken. Einzelne größere, dunkelgraue, eckige Schuttstückchen.
r	8 cm	fester, olivbrauner blättriger Mergel.
q	13 cm	Kalk, wie s.
p	2 cm	fester, blättriger Mergel.
o	12 cm	Kalk, wie s, aber ohne Schuttstückchen.
n	5 cm	fester, blättriger Mergel.
m	14 cm	Kalk wie o, unten noch toniger werdend. Dünne Mergellage.
l	14 cm	Kalk wie o.
k	14 cm	olivbrauner Mergel mit vielen Rostflecken.
i	8 cm	Kalk wie o.
h	11 cm	olivbrauner, weicher Mergel mit vielen Rostflecken.
g	16 cm	hellgraubrauner, weicher, stark tonhaltiger Kalk mit vielen Rostpünktchen, leicht plattig spaltend.
f	5 cm	olivbrauner, weicher Mergel.
e	50 cm	Kalk wie o, oben stärker tonig, unten wieder äußerst hart, keine horizontale Spaltbarkeit mehr entwickelt. Verwaschene, hellbraune Schlieren und Rostpünktchen, kleine, limonitische Knollen häufig.
d	8 cm	harter Mergel.
c	46 cm	Kalk wie e.
b	9 cm	Mergel.
a		Liegendes: Kalk wie e.
	565 cm	

Der Bruch zerfällt in einen unteren, reichlich mergelführenden, und einen oberen, daran armen Teil. Die Beschaffenheit des Kalks bleibt sich ziemlich gleich, kleine Unterschiede werden hauptsächlich durch das Auftreten oder Fehlen der kleinen Rosttüpfel, größerer Flecken und kleiner, limonitisierter Schwefelkieskristalle bedingt. In wenigen Bänken treten kleine, scharfeckig begrenzte Schuttstückchen auf, die vom Massenkalk stammen.

In Bank w und x sind kleine, grünlich gefärbte Einschlüsse grobkristallinen Kalkes bemerkenswert, die wie „Zuckerkorn" aussehen. Es handelt sich aber bei ihnen nicht etwa um hereingefallene Zuckerkornstückchen, denn es lassen sich Übergänge zum normalen Gestein beobachten. Die Kristallisation muß vielmehr innerhalb der Bankkalke von gewissen Zentren aus vor sich gegangen sein und hat z. B. im Bruch in den Ulmensisschichten an der Kolbinger Steige einzelne Bänke fast ganz ergriffen.

Die Fossilführung ist äußerst spärlich; die Profildarstellung mußte deshalb auf die petrographische Beschreibung beschränkt werden. Nur glatte, unbestimmbare Haploceraten sind häufiger.

Aus dem Abraum konnte ich in einer Zeit, in der im Bruch gearbeitet wurde,

Pinna radiata Sow.
Perisphinctes siliceus Qu.
Perisphinctes ulmensis Opp.
Perisphinctes fasciferus Neum.
Perisphinctes cf. *riedensis* Schn.
Perisphinctes paraboliferus Berckh.
Physodoceras sp. verschiedener Arten (noch nicht bestimmt)

und als wichtigen Fund:

Reste verkohlter Pflanzen bekommen.

Bei einer Profilhöhe von 5,65 m liegt die Oberkante des Bruchs etwa 9 m über der Grenze Setatus / Siliceuszone.

Die Fortsetzung treffen wir an der alten Straße. Dort ist 10 m über der (707 m hohen) Zonengrenze bei 717 m ein alter, verwachsener Bruch. Im zwischenliegenden Stück entspricht das Gestein nach einzelnen Bänken dem des Profils 6, es lieferte

Perisphinctes siliceus Qu.
Haploceras lens Berckh. häufig.

Das Liegende des verwachsenen Bruchs wird von demselben Kalk gebildet, es folgen nicht erschlossene 2 m, die nach dem Schutt aus tonigen, hellgraubraunen, gut plattig spaltbaren Kalken mit vielen Rosttüpfelchen und stark verwitterten Schwefelkieskristallen mit Bleichungshöfen, daneben aus blättrigem, grauem Mergel mit ebensolchen Bleichungshöfen und vielen Rostpunkten bestehen müssen. Fossilinhalt spärlich:

Entolium cingulatum Gf.
kleinwüchsige Muschelfauna (Nuculiden, Astarten, *Corbula*)
Perisphinctes siliceus Qu.
Haploceras sp. zahlreich
Sutneria rebholzi Berckh.
Selachierzähne
unbestimmbare Knochenreste eines größeren Tieres.

Im Hangenden stehen zwei zusammen 70 cm mächtige Bänke eines dem Liegenden ähnlichen Kalkes an. Die oberste Bank liegt ungefähr 720 m hoch.

Es folgt ein kleiner Bruch, Sohle bei etwa 723 m, mit 3,30 m Profil.

Der Kalk ist tonig, dicht, vollständig einheitlich zusammengesetzt, mit glattem, selten etwas angeschupptem Bruch, der öfters auch feinwellig ist (so daß scheinbar Ammonitenskulptur entsteht wie bei manchen Kalken der Setatuszone). Die Farbe ist beige, das Korn äußerst fein. Die Härte ist sehr groß, so daß das Gestein eckig aufsplittert. Innerhalb der Bänke ist eine plattige Spaltbarkeit nicht ausgebildet. Zur Ausbildung richtiger Mergellagen kommt es nicht, sie werden durch stärker tonige Kalke vertreten, die in regelmäßigen Abständen eingelagert sind und

sich immer am Oberende einer Bank allmählich aus ihr entwickeln. Diese spalten ausgezeichnet plattig, oft blättrig auf und enthalten häufig schwach ausgebildete, stylolithisch gerauhte Lösungsflächen. Es entsteht so eine Folge von im Durchschnitt 30—40 cm mächtigen Bänken. Fast alle enthalten kleine, fucoidenartige Gebilde in reicher Zahl (Reste von Algenrasen?), einige kleine, rotbraune Tüpfelchen. Schuttstückchen oder schlierige Strukturen, sowie Schwefelkieskristalle und große Rostflecken sind nicht zu beobachten.

Das Gestein fällt aus dem Rahmen des im allgemeinen in den Ulmensisschichten üblichen stark heraus und ist von Kalken der Hangenden Bankkalke im Handstück nicht zu unterscheiden (die Art der Bankung ist sehr verschieden!). Es ist dies aber die einzige Stelle im ganzen Gebiet, an der dies der Fall ist.

Die Fossilarmut ist groß. Immerhin fand ich:

Orbicula sp.
Astarte supracorallina d'Orb.
Pinna radiata Sow.
Perisphinctes siliceus Qu.
Haploceras sp.

In der Verwitterungsdecke liegen Stücke einer 2 bis 3 cm mächtigen rostbraunen Schuttbank, die also unmittelbar über dem Profil anstehen muß und einen scharfen petrographischen Wechsel bedeutet.

2—3 m höher stehen am Rain verschiedene Bänke an, die durch Kombination folgendes Profil ergeben:

Profil 7

d 85+? cm Völlig reiner, dichter, toniger, hellgraubrauner Kalk, nicht sehr hart, gut plattig aufspaltend. Glatter, etwas angeschuppter Bruch, mit größeren Rostflecken und kleinen Rostpünktchen.

c 33 cm Schuttbank.

b 100 cm Kalk wie d, fossilreich: *Entolium cingulatum* Gf.; *Liostrea* cf. *auriformis* Ctj.; *Perisphinctes siliceus* Qu.; *Oppelia* cf. *franciscana* Font.; *Haploceras* sp., sehr kleine Stücke äußerst zahlreich; *Physodoceras* sp.

a 3—4 cm etwas mergelige Schuttbank mit reicher Fauna.

Bank c liegt ungefähr 730 m hoch. Nach Lesestücken setzt sich dieses Profil am Hang hinauf mit einigen Schuttbänkchen fort.

Der Bruch zeigte ein Fallen von 3° nach SO, wir müssen daher auch in der Richtung der Profilaufnahme einen kleinen Fallbetrag in Rechnung ziehen, aber immerhin kommen wir entsprechend den Verhältnissen bei Gammertingen zu einer vertikalen Verbreitung des *Perisphinctes siliceus* Qu. von mindestens 20 m.

Am Waldrand liegt endlich wieder ein Bruch, Sohle bei 739 m. Er ist aber wohl unmittelbar über die paar Schuttbänke zu setzen, da die Kartierung gezeigt hat, daß die Grenze Setatus / Siliceuszone unter ihm beträchtlich höher liegt als weiter östlich. Der Bruch führt *Perisphinctes siliceus* Qu. nicht mehr, stellt also den unteren Teil der Oberen Ulmensisschichten dar. Sein Profil lautet:

Profil 8

y 25 cm Kalk
2 cm Mergel
x 12 cm Kalk
} äußerst harter, dichter, grauer, toniger Kalk mit rauhem schuppigem Bruch. Zahlreiche verrostete Schwefelkieskristalle mit hellen Bleichungshöfen geben dem Gestein ein charakteristisches Aussehen, oft ist tonig-limonitische Substanz in dünnen, stengeligen Strängen angeordnet; bei der Verwitterung entstehen durch Ausfallen des Limonits Röhren im Kalk. Wenige kleine, eckige, braune Schuttstückchen sind eingestreut. Viele kleine *Perisphinctes paraboliferus* Berckh.

w 3 cm toniger Mergel.

Äußerst harter, eckig splitternder, hellgrauer, toniger Kalk mit zahlreichen unscharfen hellbraunen Flecken. Einige Auflösungsflächen. Wenige limonitische braune Stäbchen.

u 11 cm blättriger, olivbrauner Mergel mit vielen braunen Flecken.

t 15 cm Kalk wie v.

s 19 cm stark toniger, olivbrauner Mergel mit vielen verrosteten Schwefelkieswürfeln und -stäbchen.

r—s 400 cm hellbeige gefärbte, dichte, tonhaltige Kalke, sehr hart, regellos aufsplitternd. Bruch muschlig, glatt oder etwas angeschuppt. Rostpünktchen und größere Flecken treten bankweise verschieden auf, bald fehlend, bald in reicher Anzahl vorhanden. Auch eckige Schuttstückchen sind nur in einzelnen Bänken in geringer Zahl eingestreut. Von ihnen abgesehen ist der Kalk sehr rein und gleichmäßig ausgebildet. Er zeigt keine plattige Spaltbarkeit. Einzelne Bänke führen fucoidenartige Gebilde, die manchmal eigentümlich gelbbraun gefärbt sind und dann vom umgebenden Gestein scharf abstechen. Die Bankung ist ausgezeichnet ausgeprägt, dünne Mergellagen trennen die einzelnen Bänke, deren Mächtigkeit stark wechselt:

r 12 cm	n 45 cm	i 32 cm
q 42 cm	m 11 cm	h 32 cm
p 50 cm	l 28 cm	g 12 cm
o 24 cm	k 52 cm	f 18 cm
		e 21 cm

(Mergellagen nicht aufgeführt.)

Eingeschaltet sind wie im vorhergehenden Bruch dünne Lagen dünnblättrig aufspaltenden, tonreichen, weichen Kalks mit vielen Auflösungsflächen.

d 17 cm graubrauner Ton.

c 16 cm sehr harter, ziemlich toniger Kalk mit rauhem, unebenem Bruch, Bruchfläche mit vielen, scharfen Ecken. Viele limonitische Stäbchen und limonitisierte Schwefelkieskristalle geben im Verein mit der graugrünlichen Farbe und dem grobplattigen Zerfall der Bank ebenfalls ein charakteristisches Gepräge. Hellbraune, verwaschene Flecken, einzelne helle Schuttstückchen.

b 10 cm grauer, fester, dünnblättrig aufspaltender Mergel mit vielen braunen Fleckchen.

a 35 cm Kalk wie c.

Fossilien sind selten. Es handelt sich neben den in den Ulmensisschichten gemeinen Muscheln (*Astarte, Entolium, Pinna*) um

Terebratulina substriata Qu.
Perisphinctes sp. aus der Ulmensisgruppe. (Verschiedene, wegen der Kleinheit nicht bestimmbare Bruchstücke).
Perisphinctes cf. *fasciferus* Neum. (im oberen Teil)
Oppelia cf. *franciscana* Font.
Oppelia cf. *subsidens* Font.
Oppelia sp., großes, unbestimmbares Exemplar, enggenabelt, über 10 cm Durchmesser.
Haploceras planulatum Bercкh. (von c ab ganz durch häufig)
Haploceras sp.

Am Hang über dem Bruch liegen auf den Äckern wieder ausgesprochen plattig verwitternde Kalke mit vielen Rostflecken, schwach schuttführend, wie die Bänke e—r.

Südsüdwestlich von ihm liegen Zementmergel in 745 m Höhe, die Stelle liegt aber zweifellos tektonisch tiefer als der Bruch — wegen des Mangels an Aufschlüssen können die verwickelten tektonischen Verhältnisse im einzelnen nicht befriedigend klargelegt werden —, so daß die Mergel nicht unmittelbar über den Kalken des Bruchs folgen; mehr als 10 m werden jedoch kaum dazwischen liegen.

Damit endet das zusammenhängende Profil der Ulmensisschichten. Zwei außerhalb davon liegende Aufschlüsse mögen noch erwähnt werden:

Auf der Feldfläche westlich der Ziegelhütte ist an deren Ostende bei 730 m ein Rain, an dem die Siliceuszone ansteht — ungefähr 18 m über der Grenze gegen die Setatuszone.

Es ist ein hellgrauer, toniger, ausgezeichnet plattig verwitternder Kalk ohne Mergellagen, mit glattem oder etwas angeschupptem, splittrigem Bruch, petrographisch der Bank d des Profils 7 entsprechend, mit zahlreichen kleinen, verrosteten FeS_2-Kristallen. Die Fossilführung ist bedeutend. Außer äußerst zahlreichen, glatten, unbestimmbaren Haploceraten fanden sich:

Nucula n. sp.
Astarte aff. *supracorallinae* d'Orb. (mit geknicktem Unterrand)
Tellina zeta Qu. (im „Jura" abgebildete Form)
Lucina cardinalis Ctj.
Perisphinctes siliceus Qu.
Perisphinctes schneidi Bercкh.
Ochetoceras zio Opp.
Haploceras lens Bercкh.

Es ist dies der oberste Teil der Siliceuszone, denn wenige Meter nördlich und kaum höher liegt am Waldrand ein kleiner, auf der Karte nicht eingezeichneter Bruch, der *Perisphinctes siliceus* Qu. nicht mehr führt. Er bietet folgendes Profil:

Profil 9

o 40 cm Schutt: dunkelgrauer, harter, dichter, schwach toniger Kalk, in etwa 8 cm dicke Platten spaltend, innerhalb derer aber regellos und mit

scharfen Ecken und Kanten splitternd. Wenige verrostete Schwefelkieskristalle. Glatter oder etwas angeschuppter Bruch. Bruchfläche mit vielen, scharf vorspringenden Ecken.

n 16 cm Kalk wie o, nicht weiter plattig spaltend.

m 1,5 cm Mergellage.

l 4,5 cm Kalk wie o.

k 1 cm Mergellage.

i 13 cm Kalk wie o, mit reichem Fe-Gehalt, so daß große Partien braun gefärbt sind. Um große Limonitflecke oft große und breite Bleichungszonen.

h 6 cm Mergellage.

g 21 cm etwas weicherer Kalk als im Hangenden, mit rauhem Bruch, unten dünnplattig aufspaltend. Viele FeS_2-Kriställchen mit Bleichungshöfen. Im unteren Teil reichlich kleine, braune Schuttstückchen.

f 10 cm stückiger, grauer Mergel.

e 9 cm weicher Kalk mit rauhem Bruch, Bruchfläche nicht mehr eckig, sondern mit stumpfen Formen. Viele Rostflecken. Einzelne hellgraue Schuttstückchen.

d 11 cm stückiger, grauer Mergel.

c 93 cm äußerst harter, dunkelgraugrüner Kalk, unregelmäßig zu 5—10 cm dicken Platten aufspaltend. Glatter bis schuppiger Bruch. Ganz erfüllt mit 1—2 cm großen eckigen, braunen Schuttstückchen. Wenige FeS_2-Kristalle mit kleinen Bleichungshöfen. Sehr fossilreich.

b 3—4 cm Ton.

a Liegendes. Dünnplattig aufspaltender Kalk wie c, aber schuttfrei.

Eine SO streichende Störung mit geringer Sprunghöhe ermöglicht in der seichten Grube die Aufnahme eines mächtigeren Profils als ihre Tiefe beträgt. Der Abbau gilt der Bank c, die gute, große, klingende Platten von über einem Quadratmeter Fläche liefert.

Faziell erweist sich das Gestein mit der dunkelgraugrünen Farbe und den vielen Bleichungshöfen um FeS_2-Kristalle sowie den dicken Mergel- und Tonlagen als ein Äquivalent der untersten Bänke des Profils 8, ohne daß sich aber eine genaue bankmäßige Parallelisierung durchführen ließe. Es bestätigt sich so, daß dort unterste Obere Ulmensisschichten vorliegen. Aus dem Abraum bekam ich eine reiche Ausbeute, es handelt sich um:

Astarte supracorallina d'Orb.
Pholadomya acuminata Hartm.
Pinna radiata Sow.
Thracia incerta Desh.
wegen Fehlens eines Schlosses meist nicht einmal generisch bestimmbare reiche Kleinmolluskenfauna (*Nucula, Corbula,* kleine Pectiniden, Astarten)
Nautilus sp.
Perisphinctes riedensis Schn.
Perisphinctes mörnsheimensis Schn.
Perisphinctes ulmensis Opp.
Perisphinctes cf. *subulmensis* Schn.
einige andere, unbestimmbare Stücke aus der Ulmensisgruppe
Perisphinctes cf. *schneidi* Berckh.

Perisphinctes paraboliferus Berckh.
Oppelia cf. *franciscana* Font.
Oppelia sp.
Haploceras planulatum Berckh. häufig
Haploceras sp.
Phylloceras sp., mehrere Arten (noch nicht bestimmt)
Lamellaptychus sp. häufig
Laevaptychus sp. häufig.

d) Die Aufschlüsse von Gammertingen

Der Bruch in der Siliceuszone hinter den Häusern an der Straße nach Neufra, Sohle bei 670 m, bietet folgendes Profil:

Profil 10

t	36 cm	durch je 1 cm dicke Mergellagen getrennte hellgraue Kalkbänke. Weich, stark tonhaltig, mit rauhem, körneligem Bruch, ausgezeichnet zu dünnen Plättchen spaltbar. Viele kleine Rostflecken, einige kleine FeS_2-Kristalle.
s	38 cm	
r	21 cm	Fossilreich. *Perisphinctes siliceus* Qu., *Oppelia wepferi* Berckh., *Ochetoceras* cf. *pallysianum* Font., *Haploceras lens* Berckh.
q	46 cm	äußerst harter, schwächer toniger, hellgraubrauner Kalk, mit fast glattem, eckigem Bruch, nur noch schlecht plattig spaltbar, vereinzelte FeS_2-Kristalle und wenige Rostpünktchen. Wenige kleine, eckige Schuttstückchen. Fossilreich.
p	13 cm	Mergel mit eingelagertem, dünnem Kalkbänkchen.
o	56 cm	Kalk wie q
p	35 cm	dünne Mergellage Kalk wie q.
m	40 cm	
l	42 cm	Schuttbank, sich in raschem Übergang aus dem Hangenden und Liegenden entwickelnd, oben mit kalkigem, unten mit mergeligem Bindemittel.
k	57 cm	Kalk wie q, manche Lagen sehr fossilreich:
i	48 cm	*Perisphinctes siliceus* Qu., *Oppelia wepferi* Berckh., *Ochetoceras zio* Opp., *Haploceras lens* Berckh., *Haploceras* sp.
h	6 cm	olivgrün-braun gescheckter Ton.
	5 cm	mergeliger Kalk
g	4,5 cm	olivgrün-braun gescheckter Ton.
f	72 cm	Kalk wie q.
	5 cm	ziemlich kalkreicher Mergel.
	68 cm	Kalk wie q.
d	28 cm	olivbrauner Ton, in der Mitte mit einem Kalkbänkchen.
c	126 cm	Kalk wie q. *Perisphinctes siliceus* Qu., *Ochetoceras zio* Opp.
b	24 cm	Mergel.
a	40+? cm	Kalk wie q.

Abgesehen von den obersten zeigen alle Bänke denselben petrographischen Charakter. Gemeinsam ist ihnen eine schwache Schuttführung, der Schutt ist außerdem in einer dicken Bank angereichert. Alle Bänke werden in regelmäßigen Ab-

ständen auf einige Zentimeter stärker tonhaltig und enthalten so an diesen Stellen dünnplattige Zwischenlagen mit den bekannten Lösungsflächen. Wie bei der Ziegelhütte ist die Art der Rostführung in den einzelnen Bänken verschieden und bedingt so geringfügige Unterschiede. Es läßt sich ein oberer mergelarmer Abschnitt von einem unteren daran reichen unterscheiden. Der Fossilgehalt ist ziemlich bedeutend, aber sehr artenarm.

Im Eisenbahneinschnitt darüber folgt nun ein Profil, das fast bis zur Obergrenze der Ulmensisschichten reicht. Zunächst soll nur der noch zur Siliceuszone gehörige Teil gegeben werden:

Profil 11a

u	25 cm	sehr heller, grauer Kalk, mit rauhem, körneligem, stellenweise auch glattem oder nur leicht angeschupptem, aber nicht muscheligem Bruch, scharfeckig splitternd. Ziemlich hart, etwas tonhaltig, unregelmäßig, aber leicht plattig bis scherbig aufspaltend. Einige grünliche stylolithisch gerauhte Lösungsflächen. Fossilreich. *Laevidentalium* sp., *Pholadomya acuminata* Hartm., *Pinna radiata* Sow., *Cardita* (?) *incurva* Buv., *Perisphinctes siliceus* Qu., *Haploceras lens* Berckh.
t	17 cm	blättriger Mergel, olivgrün mit großen, braunen Flecken, zerdrückte Brachiopoden, *Chlamys subtextoria* (Mü.) Gf., *Entolium cingulatum* Gf., *Perisphinctes siliceus* Qu., *Perisphinctes paraboliferus* Berckh.
s	20 cm	Kalk wie u, arm
r	25 cm	Mergel wie t *Perisphinctes siliceus* Qu., *Perisphinctes paraboliferus* Berckh.
q	64 cm	Kalk wie u *Haploceras lens* Berckh., *Sutneria* sp.
p	97 cm	Kalk wie u. *Perisphinctes paraboliferus* Berckh., *Haploceras* cf. *planulatum* Berckh.
o	68 cm	Kalk wie u, mit wenigen Schuttstückchen. *Astarte supracorallina* d'Orb.
n	50 cm	Kalk wie u, einige Schuttstückchen mit Rosthöfen. Fucoidenähnliche Gebilde. *Terebratulina substriata* Qu., *Thracia incerta* Desh., *Perisphinctes* cf. *siliceus* Qu., *Perisphinctes fasciferus* Neum., *Ochetoceras* cf. *pallysianum* Font., *Haploceras subelimatum* Font. (?)
m	4 cm	Schuttbank, von der hangenden nicht scharf abgegrenzt.
l	44 cm	Kalk wie u, im oberen Teil mit Schuttzügen und -linsen neben großen, einzelnen Schuttstückchen. *Cardita tetragona* Qu., *Ochetoceras* sp. aff. *ornatum* Berckh., *Perisphinctes siliceus* Qu.
k	4 cm	blättriger Mergel.
i	36 cm	Kalk wie u. Viele gelbrote Fucoiden. *Laevidentalium* sp., *Perisphinctes siliceus* Qu., *Ochetoceras zio* Opp., *Oppelia* cf. *subsidens* Font., *Oppelia* sp., *Haploceras lens* Berckh., *Haploceras* cf. *pseudocarachtheïs* Favre, *Physodoceras* sp., *Sutneria rebholzi* Berckh.
h	4 cm	Mergel.

g 40 cm Kalk wie u, mit farblosen und gelbroten Fucoiden.
Pholadomya acuminata Hartm., *Perisphinctes siliceus* Qu., *Sutneria rebholzi* Berckh., *Haploceras lens* Berckh., *Haploceras* cf. *depressum* Berckh., *Physodoceras* sp.

f 5 cm blättriger Mergel.

e 27 cm Kalk wie u.
Thracia incerta Desh., *Anomia* sp., *Haploceras lens* Berckh.

d 32 cm Kalk wie u, in halber Höhe eine mergelige Zwischenschicht.
Terebratulina substriata Qu., *Laevidentalium* sp., *Perisphinctes* cf. *fasciferus* Neum., *Ochetoceras* cf. *pallysianum* Font.

c 18 cm mergelige Schuttbank, durch Übergänge mit dem Liegenden und Hangenden verknüpft, reinste Entwicklung in der Mitte.
cf. *Lucina semicardo* Qu., *Pholadomya acuminata* Hartm., *Perisphinctes siliceus* Qu., *Oppelia wepferi* Berckh., *Oppelia* sp.

b 29 cm Kalk wie u.
Ochetoceras zio Opp.

a 20 cm Kalk wie u.

Die petrographische Beschaffenheit des Kalks bleibt sich im ganzen Profil gleich, sie entspricht der der Bänke r -t des Profils 10, die ja nur durch eine Lücke von ungefähr 65 cm getrennt unter der Bank a liegen (s. S. 37).

Fast in allen Bänken sind kleine Schuttstückchen eingestreut, die häufig mit einem kleinen Rosthof umgeben sind. Kleine, verrostete Schwefelkieskristalle sind nicht selten, dagegen treten große hellbraune Flecken stark zurück und sind nur in einigen Bänken ausgebildet. Im oberen Teil sind Mergelbänke reichlich eingelagert, die Grenze gegen die Kalkbänke ist dabei nicht scharf, sondern diese werden am Rand noch toniger und spalten dann dünnplattig auf, durchzogen von zahlreichen, grünlich gefärbten, stylolithisch gerauhten Lösungsflächen. Die Fossilführung ist verhältnismäßig reichlich.

Das Profil der Oberen Ulmensisschichten lautet, ebenfalls von oben nach unten:

Profil 11b

29—23. 534 cm Dichter, sehr harter, hellgrau bis weiß gefärbter schwach toniger Kalk in Bänken von 50—70 cm Mächtigkeit, mit 1—3 cm starken Mergellagen dazwischen. Die Struktur ist gleichmäßig und nur selten etwas unregelmäßig, dann ist der im allgemeinen glatte oder leicht angeschuppte Bruch rauh. Der Kalk spaltet innerhalb der Bänke gut plattig oder in dünne Bänkchen auf, die Kanten sind scharfeckig. Stylolithisch gerauhte Lösungsflächen sind häufig, in den unteren Teilen oft mit konzentrisch angeordneten (Liesegangstruktur) violetten Streifen versehen, wie hier auch sonst im Kalk unscharf abgegrenzte größere violette Flecken auftreten. Einzelne FeS_2-Kristalle mit Rosthöfen neben unscharf abgegrenzten hellbraunen Flecken sind wie in der Setatuszone häufig. In einigen Bänken wenige Schuttstückchen.

23—21.	219 cm	Hellgrauer, sehr harter, eckig splitternder, schwach toniger Kalk in Bänken von 92, 65 und 62 cm Mächtigkeit ohne Mergelzwischenlagen. Eingeschaltet sind nur einige tonigere, dünne, feinplattige Lagen mit zahlreichen Lösungsflächen. Struktur rauh und unregelmäßig, oft etwas schlierig, Bruch deshalb meist rauh. Selten ist noch die Violettfärbung wie im Hangenden zu beobachten. Hellgelbe Fleckchen. Rostflecken treten stark zurück. Nur wenige und sehr kleine Schuttstückchen.
20—13.	263 cm	Dichter, ungemein harter, hellgrauer oder bräunlicher, schwach toniger Kalk in in der Mächtigkeit stark wechselnden Bänken. Mergellagen treten sehr zurück und sind kaum entwickelt. Dafür auch hier wieder einige 10—12 cm starke tonigere Zwischenlagen. Bruch glatt oder rauh. Keine plattige Spaltbarkeit. Hellgelbe Fleckchen. Vereinzelte Schuttstückchen.
12.	2 cm	Mergel.
11.	35 cm	Sehr harter, hellgrauer, undeutlich plattender Kalk mit rauhem, schuppigem Bruch, undeutlichen, hellbraunen Flecken und Streifen. Sehr große neben kleinen Schuttstückchen, die nach oben an Zahl stark zunehmen und dort stellenweise zu einer Schuttbank angereichert sind.
10.	2 cm	Mergel.
9—8.	113 cm	Zwei Bänke sehr harten hellgrauen, eckig splitternden tonigen Kalks mit rauhem, körneligem Bruch, nicht plattig spaltend. Einzelne verrostete Schwefelkieskristalle mit Bleichungshöfen, wenige Rostflecken, viele hellgelbe Fleckchen.
7.	11 cm	grauer, blättriger Mergel.
6.	14 cm	Kalk wie 9, durch stärker tonige Randpartien mit der hangenden und liegenden Mergellage verknüpft. Fossilreich.
5.	5 cm	Blättriger Mergel.
4.	18 cm	Kalk wie 9. Einige Schuttstückchen.
3.	5 cm	grauer, blättriger Mergel.
2.	64 cm	Kalk wie 9.
1.	5 cm	grauer, blättriger Mergel.
z	55 cm	Sehr harter, toniger, grünlichgrauer Kalk mit unebenem Bruch, oben und unten plattig spaltend. Viele kleine Schwefelkiesklümpchen mit stark ausgebildeten Bleichungshöfen. Wenige Schuttstückchen.
y	6 cm	grauer, blättriger Mergel.
x	24 cm	Kalk wie z. Viele braune Schuttstückchen.
w	3 cm	Fast reines Schuttbänkchen mit mergeligem, sehr zurücktretendem Bindemittel. Stellenweise tief rostbraun gefärbt.
v	3 cm	blättriger Mergel.
u		Siehe Profil 11 a.

Gute Fossilien sind selten, ich bekam aus Bank

26: *Plicatula rotundata* Remeš
Haploceras planulatum Berckh.
25: *Haploceras planulatum* Berckh.
Sutneria rebholzi Berckh.

15: *Haploceras* cf. *planulatum* Berckh.
13: *Haploceras lens* Berckh.
8/9: *Placunopsis* cf. *granulifera* Zitt.
Perisphinctes cf. *pubescens* Schn.
6: *Perisphinctes paraboliferus* Berckh.
Haploceras und *Oppelia* sp.
Sutneria rebholzi Berckh.
4: *Alaria bicarinata* Mü.
2: *Pholadomya acuminata* Hartm.
Pinna radiata Sow.
Perisphinctes cf. *schneidi* Berckh.
z: *Pholadomya acuminata* Hartm.
Perisphinctes paraboliferus Berckh.
Perisphinctes ulmensis Oppel.

Brachiopoden und Aptychen fanden sich häufiger. Die große Fossilarmut der Oberen Ulmensisschichten wird beleuchtet, wenn ich anführe, daß ich fast vier Tage auf die Aufnahme des Profils 11b verwendet habe, prozentual dieselbe Zeit wie auf das der Siliceuszone, und daß dazu noch die im Profil der Siliceuszone angegebenen Stücke meist in mehrfacher Zahl gefunden wurden. Was ich an spärlicher Ausbeute von oben erhielt, waren fast nur Bruchstücke glatter, unbestimmbarer Haploceraten und Oppelien und Stücke innerer Windungen von Perisphincten der Ulmensisgruppe, die sich ebenfalls nicht bestimmen ließen.

Der Vollständigkeit halber seien noch zwei Brüche in und bei Gammertingen angeführt. Hinter einem Haus (Besitzer Günthner) an der alten Straße nach Neufra, Höhe 680 m, ist ein schöner Aufschluß in der Siliceuszone. Er enthält trotz einer Profilhöhe von 9 m keine Schuttbank, sein Profil läßt sich, was die Bankmächtigkeit betrifft, auch sonst trotz der kurzen Entfernung nicht mit Profil 11 identifizieren — ein anschauliches Bild von dem wechselvollen Aufbau der Ulmensisschichten. Vor allem auch die Mergellagen weisen ganz andere Mächtigkeit auf.

Da kein verwittertes anstehendes Gestein zur Zeit meiner Besuche vorhanden war, mußte eine paläontologische Profilaufnahme leider unterbleiben; lediglich aus dem Schutt des oberen Teils bekam ich:

Perisphinctes siliceus Qu.
Perisphinctes fasciferus Neum.

Der zweite Bruch liegt südöstlich vom Friedhof (s. Taf. 4, Abb. 10) und entspricht mit einigen dicken Mergellagen, der graugrünen Farbe und den vielen Bleichungshöfen seiner unteren Bänke dem unteren Teil der Oberen Ulmensisschichten des Profils 11. Die oberen Bänke sind hellgrau und entsprechen petrographisch den Bänken 2—9. Auch hier lassen sich die Bankmächtigkeiten nicht vergleichen, und während im Eisenbahneinschnitt dicke Mergellagen unter den grünlichgrauen Kalken liegen, folgt hier eine dicke unmittelbar darüber. An Fossilien finden sich:

Eucyclus cf. *limosus* Qu.
Spinigera spinosa Mü.
Lucina cardinalis Ctj.

Tellina zeta Qu. (Petrefaktenkunde, = n. sp.)
Pholadomya acuminata Hartm.
Entolium cingulatum Gf.
Variamussium nonarium Qu.
Perisphinctes paraboliferus Berckh.
Perisphinctes sp., häufig kleine Bruchstücke, wohl von *ulmensis*-artigen Formen.

e) Nördliches Gebiet, Zusammenfassung

An vereinzelten Fossilfunden sind im nördlichen Gebiet noch zu erwähnen:

Beim Neubau des Herrn Acker am östlichen Ortsausgang vom Freudenweiler bekam ich aus der Baugrube — höchstwahrscheinlich in der Siliceuszone —:

Terebratulina substriata Qu.
Exogyra virgula Defr.
Plicatula rotundata Remeš
Perisphinctes ulmensis Opp., feinrippige Form
Perisphinctes postdivisus Berckh.
Oppelia wepferi Berckh.
Haploceras filarium Berckh.
Haploceras sp.
Lamellaptychus beyrichi Oppel (Zittel).

Südöstlich vom Freudenweiler beim P. 828,9 — wohl Obere Ulmensisschichten — bekam ich bei der Kartierung:

Perisphinctes rüppelianus Qu.

In der Siliceuszone auf dem Rösp westlich Neuweiler sammelte ich aus Lesesteinen:

Lucina cardinalis Ctj.
Pholadomya acuminata Hartm.
Pinna radiata Sow.
Lima aff. *alternicostae* Buv. (noch weniger Rippen!)
Oppelia wepferi Berckh.
Ochetoceras cf. *pallysianum* Font.
Haploceras lens Berckh.
Sutneria rebholzi Berckh.
Glyphaeidae gen. et sp. indet.[3])

Ganz auffällig ist die Erhaltung der Ammoniten. Von Perisphincten und Physodoceraten ist kaum ein ganzes Stück zu bekommen, alles ist zerbrochen und zwar meist in kleine Bruchstücke, die nur zwei bis drei Rippen umfassen. Haploceraten und Oppelien scheinen besseren Widerstand geleistet zu haben, doch sind auch sie nicht immer ganz geblieben. Verdrückungen sind im Kalk nicht erfolgt, nur gelegentlich geringfügige Verzerrungen, wie sie Wepfer (1926) als Erscheinungen der Auslaugungsdiagenese erklärt hat, die Verdrückung ist dagegen in den oft dünnblättrig aufspaltenden Mergellagen sehr stark. Die Ammoniten liegen kreuz und quer im Gestein, was besonders bei den verdrückten Exemplaren in den verschieferten Mergellagen schön zum Ausdruck

3) Bestimmt von Herrn Dr. Beurlen.

kommt. Ammonitenschalen sind oft — besonders häufig in den graugrünen Bänken — mit Anomien usw. dicht besetzt. Bisweilen dm-lange, 1—2 cm breite „Fäcalstränge", wie sie Herr Dr. Berckhemer auch von Grabenstetten kennt, sind in den Ulmensisschichten überall häufig, einer (aus Profil 9, c) erwies sich als mit Fischschuppen, -zähnen, Flossenstacheln dicht durchsetzt.

Der Gehalt an Limonit — aus ursprünglich vorhandenem Schwefelkies oxydiert — ist in vielen Bänken beträchtlich und zeichnet sich durch große Mannigfaltigkeit in der Art des Auftretens aus: Oft hat im Innern von Ammoniten eine starke Anreicherung stattgefunden, meist zusammen mit Kristalldrusenbildung in den Luftkammern; beide Mineralien treten auch sonst häufig miteinander auf, derart, daß Drusen von einem Rosthof umgeben sind. Auch um Schuttstückchen haben sich gelegentlich rostige Höfe gebildet. Hellbraune große Flecken und Bänder, die auf die Verwitterung minimaler FeS_2-Beimengungen zurückgeführt werden müssen, sind häufig. Gelegentliches Vorkommen brauner Liesegang'scher Ringe verrät, daß auch lokale Wanderung eisenhaltiger Lösungen stattgefunden hat. Eine Zunahme der Eisenschüssigkeit gegen oben ist zu beobachten. Die Lösungsflächen wurden schon erwähnt, sie halten sich an die etwas tonigeren Partien. Die Bankung ist immer ausgezeichnet entwickelt, die Fugen verlaufen wellig (Auslaugungsdiagenese).

Auf die Schuttführung soll unten im Zusammenhang eingegangen werden.

Stellen wir nun zur Übersicht die besprochenen Profile zusammen (s. Tab. 1), so bemerken wir, daß neben den untersten Bänken der Siliceuszone auch die untersten graugrünlichen Bänke der Oberen Ulmensisschichten überall ähnlich ausgebildet sind. Im anderen — hauptsächlichen — Teil des Profils herrscht zwar auch petrographische Abwechslung, jedoch ist keine Regelmäßigkeit zu erkennen, und vor allem treten die verschiedenen Varianten immer an mehreren Stellen im Profil auf. Die Entscheidung über die genaue stratigraphische Höhe muß deshalb meist zweifelhaft bleiben und bei der Kartierung wurden die Ulmensisschichten als Einheit dargestellt. Doch wurden mit dem Symbol ζ Stellen gekennzeichnet, die sicher als Siliceuszone erkannt werden konnten.

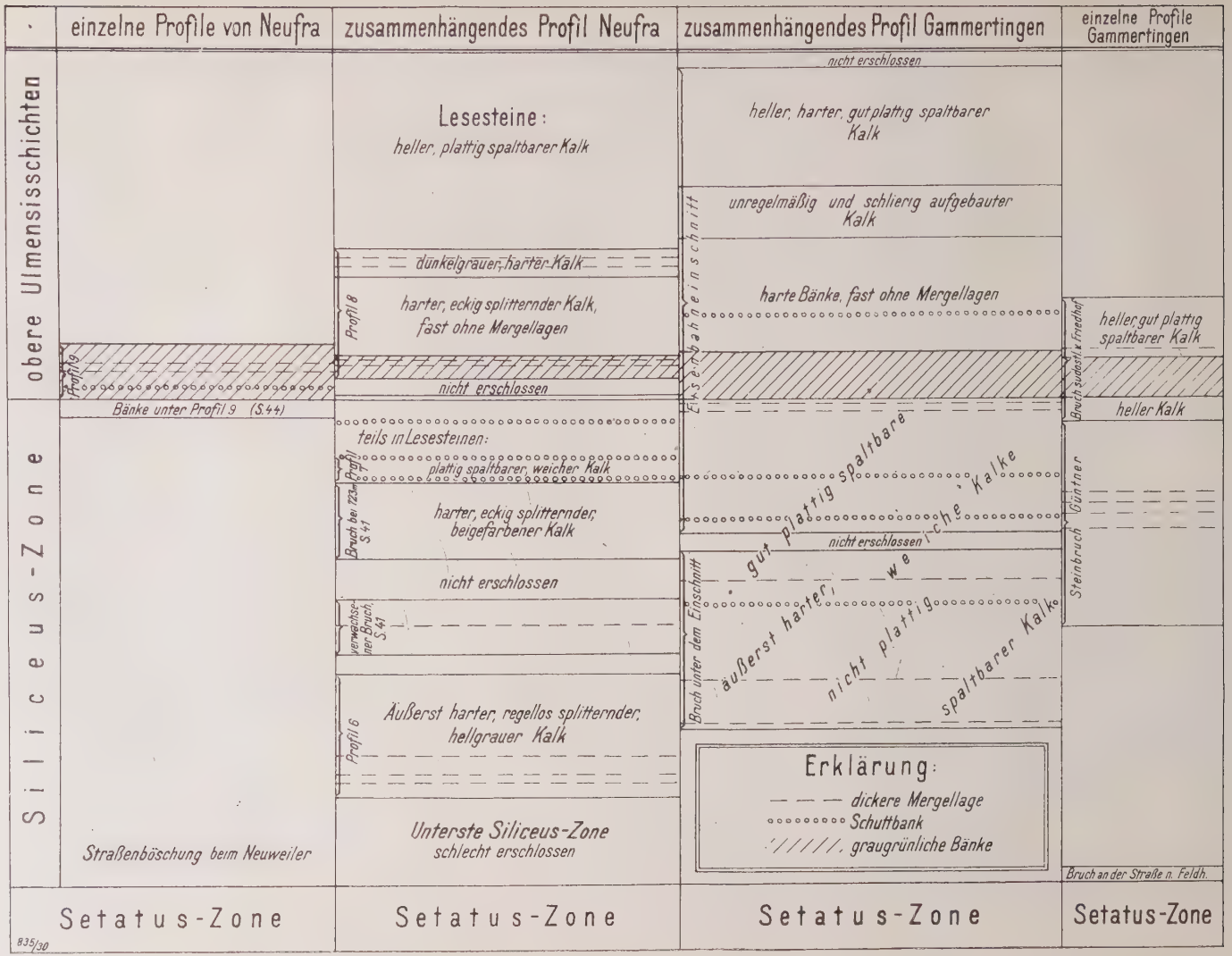
Die Einlagerung von Schuttbänken richtet sich nach Einflüssen, die ganz außerhalb der normalen Sedimentation liegen, ist, von dieser aus gesehen, willkürlich und fällt als stratigraphisches Vergleichsmittel ebenfalls weg.

f) Der südliche Teil des Untersuchungsgebiets

Im südlichen Teil des Lauchertgebiets sind zusammenhängende Aufschlüsse ebenso spärlich wie im mittleren, wo nur ein Bruch bei Veringenstadt (s. Taf. 3, Fig. 8) einen Einblick bietet. Sein Profil soll aber seiner Besonderheit wegen in einem späteren Abschnitt besprochen werden. Wohl in seiner ganzen Höhe zur Siliceuszone gehörig, lieferte er aus der reinen geschichteten Fazies:

Cidaris coronata Gf.
Pseudodiadema complanatum (Ag.) Des.
Astarte supracorallina d'Orb.
Variamussium nonarium Qu.
Entolium cingulatum Gf.
Plicatula rotundata Remeš

Tabelle 1


einzelne Profile von Neufra
zusammenhängendes Profil Neufra
zusammenhängendes Profil Gammertingen
einzelne Profile Gammertingen
obere Ulmensisschichten
Siliceus-Zone
Lesesteine:
heller, plattig spaltbarer Kalk
nicht erschlossen
heller, harter, gut plattig spaltbarer Kalk
unregelmäßig und schlierig aufgebauter Kalk
Eisenbahneinschnitt
dünkelgrauer, harter Kalk
Profil 8
harter, eckig splitternder Kalk, fast ohne Mergellagen
harte Bänke, fast ohne Mergellagen
heller gut plattig spaltbarer Kalk
Bruch südöstl. Friedhof
Profil 9
nicht erschlossen
Bänke unter Profil 9 (S. 44)
heller Kalk
teils in Lesesteinen:
plattig spaltbarer, weicher Kalk
Profil 7
Bruch bei 1234 S. 41
harter, eckig splitternder, beigefarbener Kalk
gut plattig spaltbare, weiche Kalke
nicht erschlossen
Steinbruch Günther
nicht erschlossen
verwachsener Bruch S. 41
Bruch unter dem Einschnitt
äußerst harter, nicht plattig spaltbarer Kalk
Äußerst harter, regellos splitternder, hellgrauer Kalk
Profil 6
Erklärung:
dickere Mergellage
Schuttbank
graugrünliche Bänke
Straßenböschung beim Neuweiler
Unterste Siliceus-Zone
schlecht erschlossen
Bruch an der Straße n. Feldh.
Setatus-Zone
Setatus-Zone
Setatus-Zone
Setatus-Zone
835/30

Nautilus sp.
Perisphinctes siliceus Qu.
Oppelia cf. *wepferi* Berckh.
Ochetoceras zio Oppel
Haploceras lens Berckh.
Haploceras cf. *planulatum* Berckh.

Am Hang drüber bekam ich — aus Oberen Ulmensisschichten —:
Oppelia fontannesi Berckh.
Waagenia beckeri Neum.

Von Sigmaringen kann ein Profil wenigstens des unteren Teils der Siliceuszone gegeben werden, allerdings aus zwei Stücken zusammengesetzt. Das obere ist in einem alten Bruch über Profil 5 an der Straße zum Nollhof aufgenommen, das untere an einzelnen am Weg und am Hang drunter anstehenden Bänken. Es lautet:

Profil 5b

ι	40 cm	Durch dünne Mergellagen getrennte Kalkbänke. Dichte, sehr harte, graue, tonige Kalke, durch viele netzförmig unter sich verbundene, scharf begrenzte, hellbraune Bänder getigert und marmoriert. Bruch glatt oder etwas angeschuppt, bisweilen muschlig, Bruchflächen selten etwas wellig, mit vielen scharf vorspringenden Ecken. Beim Zerschlagen mit scharfen Kanten regellos splitternd. Innerhalb der einzelnen Bänke keine plattige Spaltbarkeit ausgebildet. Kleine, verwitterte Schwefelkieswürfel. Einzelne Schuttstückchen. Bankung ziemlich unregelmäßig: die hangende Bank greift mit welligem Verlauf bis 10 cm in die liegende hinunter. Abgesehen von Bank ε sehr fossilarm.
θ	18 cm	
η	24 cm	
ζ	31 cm	
ε	41 cm	
		Aus Bank ι: *Pinna radiata* Sow.; θ: *Nautilus franconicus* Opp. emend. v. Lösch; η: *Arca reticulata* Qu.; ζ: *Haploceras lens* Berckh.; ε: *Orbicula* sp., *Pinna radiata* Sow., *Pholadomya acuminata* Hartm., *Ochetoceras* cf. *zio* Opp., *Haploceras* cf. *depressum* Berckh., *Haploceras* cf. *pallysianum* Font., *Haploceras lens* Berckh.
∂	5 cm	blättriger, brauner, lehmiger Mergel.
γ	13 cm	Kalk wie ι—ε.
		Pholadomya acuminata Hartm., *Perisphinctes siliceus* Qu.
β	5 cm	Kalkreicher, dünnplattiger Mergel.
α	18 cm	Kalk wie ε—ι.
z	14 cm	Kalkreicher, dünnplattiger Mergel.
y	23 cm	Kalk wie ι—ε. Einzelne größere Schuttstückchen.
		Pinna radiata Sow., *Oppelia* cf. *subsidens* Font.
	1 cm	Mergellage.
x	23 cm	Harter, sehr tonarmer Kalk, beim Zerschlagen regellos springend. Häufig sind große Knollen tonreichen, viel weicheren Kalks, die aus dem normalen Gestein leicht heraussspringen. Kleine Schuttstückchen.
		Sutneria rebholzi Berckh., zahllose, meist zerbrochene Physodoceraten!
w	2 cm	blättriger Mergel.

v	11 cm	Kalk wie x, sehr fossilreich. Die Marmorierung ist noch ausgebildet, aber die braune Farbe so blaß, daß sie kaum mehr erkennbar ist. Zahlreiche zerbrochene Physodoceraten; *Pholadomya acuminata* Hartm.
u	5 cm	Kalkreicher Mergel.
t	21 cm	Kalk wie x, mit den Knollen stark tonigen Kalkes wie x. *Oppelia wepferi* Berckh., *Haploceras depressum* Berckh., zahlreiche zerbrochene Physodoceraten.
s	20 cm	unten stückig-lehmiger, oben kalkreicher Mergel.
r	45 cm	Durch dünne Mergelbestege getrennte Bänke eines äußerst harten, kompakten, schwach tonhaltigen, leicht kristallinischen, hellgrauen Kalkes von feinem Korn. Bruch glatt oder etwas angeschuppt, mit zuweilen welligen Bruchflächen. Beim Zerschlagen mit scharfen Ecken und völlig regellos springend. Viele kleine Schuttstückchen. Kalkspatdrusen, besonders in Ammoniten, sind häufig. Hellgelbe Fleckchen und hellbraune Flecken, aber ohne Marmorstruktur, sind nicht selten, einige kleine FeS_2-Kristalle. Lösungsflächen sind zahlreich ausgebildet. *Zeilleria sorlinensis* Haas.
q	45 cm	
p	41 cm	
o	100 cm	Fortsetzung dieser Kalke (nach Lesestücken).
	50 cm	nicht erschlossen.
n	ca. 50 cm	Durch dünne Mergellagen getrennte Bänke hellgrauen Kalkes, dem hangenden ähnlich, aber sich ihm gegenüber durch gut ausgeprägte unregelmäßige Plattigkeit unterscheidend. Ziemlich fossilarm. m: *Oppelia wepferi* Berckh. l: *Oppelia wepferi* Berckh. *Ochetoceras* aus der *zio-radiatum*-Gruppe k: *Ochetoceras zio* Oppel i: *Rhynchonella astieriana* d'Orb.
m	14 cm	
l	49 cm	
k	11 cm	
i	33 cm	
h	35 cm	Derselbe Kalk. h: *Chlamys quenstedti* Blake *Haploceras lens* Berckh. g: *Perisphinctes siliceus* Qu. *Oppelia wepferi* Berckh. *Haploceras lens* Berckh. *Haploceras* cf. *percevali* Font. f: *Pinna radiata* Sow. *Haploceras* cf. *lens* Berckh. *Haploceras subelimatum* Berckh.
g	50 cm	
f	39 cm	

Silizeuszone

Setatuszone

Bankkalke, S. S. 31.

Die Fossilführung ist im allgemeinen sehr ärmlich. Nur wenige, immer wiederkehrende Arten — *Perisphinctes siliceus* Qu., glatte, unbestimmbare Haploceraten und Oppelien und *Entolium cingulatum* Gf. — sind häufig. In allen Bänken sind die Ammoniten stark zerbrochen, besonders in den ausnahmsweise fossilreichen Bänken x—t liegen nesterweise wahre „Ammonitenbrekzien", aus kleinen Bruchstücken von Perisphincten, Oppelien und Haploceraten bestehend. In diesen Bänken sind auch große Physodoceraten bemerkenswert zahlreich. Die Schuttführung ist gering. Petro-

graphisch läßt sich eine Zweiteilung in einen oberen Teil mit der Tigerung und einen unteren, leicht kristallinischen ohne Tigerung erkennen. Genau dieselbe Folge ist im Bruch der Hohenzollerischen Landesbahn beim Bahnhof Hanferthal zu sehen, sie scheint also mehr als lokale Bedeutung zu haben.

Bei prinzipieller Übereinstimmung mit den Profilen im Norden weist die petrographische Ausbildung im Süden in den getigerten Bänken eine Eigentümlichkeit auf, die — auf einer im Grunde geringfügigen Verschiedenheit den andern Kalken gegenüber beruhend — bis Veringenstadt hinauf an zahlreichen Stellen in kleinen natürlichen Aufschlüssen und in Lesesteinen erkannt werden kann, also allgemeine Verbreitung besitzt. Allerdings scheint sie nicht auf diesen unteren Teil der Siliceuszone beschränkt zu sein. An vielen Stellen ist dies zwar zweifellos der Fall, so zeigen z. B. in Jungnau, südlich vom Neuhaus, und westlich der „Sieben Kriesbäume" bei Sigmaringen sichere höhere Ulmensisschichten die übliche, bei Gammertingen und Neufra genügend gekennzeichnete Fazies. An anderen, selteneren Stellen jedoch, wie ostnordöstlich vom Nollhof bei P. 657,3 und im Trockental südlich vom Lausert/Veringendorf, erscheinen auch Obere — da unmittelbar unter Zementmergeln liegende — Ulmensisschichten in der getigerten Fazies. Aber auch wenn diese zu feineren Ausscheidungen innerhalb der Ulmensisschichten nicht verwendet werden kann, leistet sie doch wegen der leichten Unterscheidbarkeit von den Bankkalken sämtlicher anderer Zonen, besonders bei der Fossilarmut und in so gestörten Gebieten, wie es das von Sigmaringen ist, bei der Kartierung wertvolle Dienste. Woher jedoch diese Eigentümlichkeit, die zunächst rein zufällig durch besondere Anordnung des feinverteilten Schwefelkieses bedingt zu sein scheint, herrührt, vermag ich mir nicht zu erklären. Übrigens stellt sie sich zusammen mit der Mächtigkeitszunahme von NW nach SO ein, hält sich also ebenfalls an diese paläogeographisch bedeutsame Richtung.

Von der Tigerung abgesehen, paßt die vom nördlichen Gebiet gegebene petrographische Beschreibung auch auf den Süden, so daß sie hier unterbleiben kann. An vielen Stellen sind die Bankkalke von hellen, fucoidenartigen Gebilden ganz erfüllt (s. S. 42). Bisweilen sind diese Fucoiden gelbbraun gefärbt und heben sich dann scharf ab.

Die Fossilführung ist allgemein schlecht, nur bei langem und gründlichem Absammeln ist auf Ausbeute zu hoffen.

An der Straßenböschung gegenüber dem eben gegebenen Profil stehen über Bankkalken der Setatuszone nach einer Lücke von 3 m, die aber nach einzelnen Gesteinsstücken schon zur Siliceuszone gehören, ungefähr 4 m Bankkalke mit Mergellagen an, die

Perisphinctes siliceus Qu.	oben und Mitte häufig
Arca reticulata Qu.	
Plicatula silicea Qu.	
Oppelia cf. *franciscana* Font.	oberste Bank
Oppelia wepferi Berckh.	unten und Mitte
Oppelia sp.	
Ochetoceras zio Oppel	oberste Bänke und unten
Haploceras lens Berckh.	
Haploceras pseudocarachtheïs Favre	Mitte

Haploceras cf. *percevali* Font. oberste Bank
Haploceras sp.
Sutneria rebholzi Berckh. oben und Mitte
geliefert haben.

300 m südlich davon ist an der Straße ein kleiner Aufschluß im unteren Teil der Siliceuszone mit wegen der Nähe der Lauchertstörung stark schiefgestellten, getigerten Bänken, denen einige dünne Schuttbänkchen zwischengelagert sind, da ja der Muldenrand auf zwei Seiten sehr nah ist. Ich bekam daraus:

Goniomya ornata Gf.
Gervillia undulata Qu.
Modiola cf. *lorioli* Zittel
Nautilus franconicus Opp. emend. v. Lösch
Perisphinctes cf. *siliceus* Qu.
Oppelia wepferi Berckh.
Ochetoceras sp. indet.
Haploceras lens Berckh.
Haploceras planulatum Berckh.
Haploceras cf. *subelimatum* Font.
Haploceras depressum Berckh. ganz oben!
Pithonoton marginatum H. v. Mey.
Nodoprosopon heydeni H. v. Mey.

An dem Rain östlich Veringendorf am Ende des Langen Tals fanden sich unmittelbar über der Setatuszone (s. S. 30):

Perisphinctes cf. *moernsheimensis* Schn.
Oppelia wepferi Berckh.
Ochetoceras zio Oppel
Ochetoceras cf. *pallysianum* Font.
Haploceras lens Berckh.

Auf Äckern südlich Hochberg (untere Siliceuszone):

Perisphinctes siliceus Qu.
Oppelia wepferi Berckh.
Waagenia beckeri Neum.

g) Faunistische Zusammenfassung

Die Ammonitenfauna besitzt ein ziemlich selbständiges Gepräge (s. Tabelle S. 58/59)[4]). Abgesehen von dem bis jetzt nur in cf.-Exemplaren gefundenen *Perisphinctes eudichotomus* Zittel sind sämtliche Perisphincten den Ulmensisschichten allein eigen; mehrere Formen der Haploceraten und Oppelien dagegen sind mit tieferen und höheren Zonen gemeinsam. *Waagenia beckeri* Neum. kommt in Setatuszone und Ulmensisschichten vor; soll mit Schneid (1914/15) eine „Stufe der *Waagenia beckeri*" aufgestellt werden, müßte sie also diese beiden Einheiten umfassen. Einige Ammoniten fanden sich nur in der Siliceuszone — *Perisphinctes siliceus* Qu., *Perisphinctes* cf. *pubescens* Schn., *Oppelia* cf. *percevali* Font., *Ochetoceras zio* Opp., *Ocheto-*

4) Einige bei der Kartierung gefundene, noch nicht angeführte Stücke sind mitberücksichtigt.

	Setatus-zone	Ulmensisschichten		Zement-mergel
		Siliceus-zone	Obere Ulm. Sch.	
Perisphinctes siliceus Qu.		+ + +		
Perisphinctes cf. *pubesens* Schn.		+		
Perisphinctes fasciferus Neum.		+ +	cf. +	
Perisphinctes ulmensis Oppel		+ +	+	
Perisphinctes ulmensis Opp. — *subulmensis* Schn.		+		
Perisphinctes cf. *subulmensis* Schn.			+	
Perisphinctes schneidi Berckh.		+	+	
Perisphinctes riedensis Schn.		cf. +	+	
Perisphinctes paraboliferus Berckh.		+ +	+	
Perisphinctes moernsheimensis Schn.		cf. +	+	
Perisphinctes postdivisus Berckh.		+		
Perisphinctes rueppelianus Qu.			+	
Perisphinctes eudichotomus Zittel		cf. +	cf. + Berckh. 1922	
Oppelia wepferi Berckh.	+	+ +		
Oppelia franciscana Font.		+	+ +	

	Setatus-zone	Ulmensisschichten		Zement-mergel
		Siliceus-zone	Obere Ulm. Sch.	
Oppelia subsidens FONT.	+	cf. +	cf. +	
Oppelia fontannesi BERCKH.			+	+ +
Oppelia n. sp. (?)		+		
Oppelia cf. *percevali* FONT.		+		
Ochetoceras zio OPPEL		+ +		
Ochetoceras cf. *pallysianum* FONT.		+ +		
Haploceras subelimatum FONT.	+	+		
Haploceras lens BERCKH.	+	+ +		
Haploceras planulatum BERCKH.		+	+ + +	
Haploceras pseudocarachtheïs FAVRE	+ + +	+		cf. +
Haploceras depressum BERCKH.		+		
Haploceras filarium BERCKH.		cf. +		+
Waagenia beckeri NEUM.	+	+	+	
Sutneria rebholzi BERCKH.	+	+	+	
Sutneria bracheri BERCKH.		cf. +		+
Physodoceraten	—	— — —	-	— — —

ceras cf. *pallysianum* Font., *Haploceras depressum* Berckh. —, nur *Perisphinctes* cf. *subulmensis* Schn. und *Perisphinctes rüppelianus* Qu. sind — wenigstens nach dem bis jetzt vorliegenden Material - auf die Oberen Ulmensisschichten beschränkt. *Haploceras planulatum* Berckh. ist hier besonders häufig, kommt aber in wenigen Exemplaren auch schon in der oberen Siliceuszone vor und kann deshalb nicht als Zonenfossil aufgestellt werden. Zur Vervollständigung der Aufzählung müssen noch die häufigen glatten, unbestimmbaren Haploceraten und Oppelien erwähnt werden.

Aptychen, vor allem die Lamellaptychen der Oppelien, sind besonders in der Siliceuszone äußerst zahlreich. Neben der Hauptmasse der nicht durchgearbeiteten Formen bestimmte ich:

Lamellaptychus beyrichi Oppel (Zittel)
Lamellaptychus euglyptus Oppel sp.

Nicht selten sind auch Laevaptychen mit

Laevaptychus latus H. v. Mey.
Laevaptychus sp. aff. *lato* Opp. (Taf. 72, Fig. 2 [Apikalwinkel 100 °!])

Die den Perisphincten zugehörigen Granulaptychen fand ich ebensowenig wie in der Setatuszone.

Die Reste nicht freischwimmender und damit an die Fazies gebundener Tiere müssen in zwei Gruppen getrennt werden: in die in den reinen Bankkalken und in die in den Schuttbänken liegenden. Die meisten Fossilien der Schuttbänke sind, wie aus ihrer Zertrümmerung und ihrem biologischen Habitus hervorgeht, mitsamt dem Schutt Fremdkörper in der geschichteten Fazies, sie gehören zur massigen und müssen dort besprochen werden.

Eine Zusammenstellung der Muschelfauna kann unterbleiben, denn sie ist im Gegensatz zu der der Setatuszone, von den ganz vereinzelten Funden der beiden *Chlamys*-Arten — *subtextoria* und *quenstedti* - abgesehen, biologisch einheitlich zusammengesetzt. Es ist eine reine „Schlammfauna", *Astarte, Pinna, Pholadomya* und *Entolium* sind besonders häufig. Es fehlen aber noch einige der typischen „Zetamuscheln" (s. u.). Auch die wenigen Scaphopoden und Gastropoden — besonders *Spinigera spinosa* Qu. mit ihren zarten Hörnern — müssen auf weichem Grund gelebt haben.

Seeigel treten sehr zurück, ich fand einige irreguläre, die aber zu einer Bestimmung zu schlecht erhalten waren. Die beiden von Veringenstadt angeführten regulären passen in das Bild nicht ganz herein, stammen jedoch von einer unmittelbar neben Massenkalk gelegenen Stelle und haben sich wohl ebenso wie die zwei Prosoponiden von ihm her verirrt. Derartige „Fremdlinge" finden sich hier und dort dicht am Muldenrand (s. S. 123/24).

Belemniten sind ziemlich zahlreich, auch einige Nautilusreste konnte ich bekommen.

Magila (Calianassa) suprajurensis Qu. ist im allgemeinen selten. Außer aus den fossilleeren Bankkalken an der Kolbinger Steige, die noch zur Siliceuszone gehören, kenne ich sie nur aus den Oberen Ulmensisschichten (Trieb südöstlich Bitz, südlich Neuhaus, Bruch über dem Dorf Grabenstetten). In den Bankkalken von Riedlingen, die ihrer Fazies nach Ulmensisschichten darstellen,

ist sie häufig, ebenso im „ζ“ von Böhmenkirch, das gemäß dem *Perisphinctes* cf. *fruticans* Schneid und den Kieselknollen (Berckhemer 1924 b, S. 26) wahrscheinlich zur Setatuszone gehört. Einzelschwämme kommen in den Ulmensisschichten nicht mehr vor, Fischreste sind selten.

6. Die Zementmergel

Die über den Bankkalken der Ulmensisschichten liegenden Zementmergel sind im Lauchertgebiet weit verbreitet. Größere Vorkommen sind neben unzähligen kleinen:

südwestlich vom Freudenweiler (Kienerhalde)
nordwestlich von Harthausen a. d. Scheer (Gewand Bierendorf)
westlich von Veringenstadt
östlich von Veringendorf
westlich von Jungnau
nordwestlich von Hornstein (Längenfeld)
westlich von Laiz (Rainhalden)

und dann besonders die altbekannte Stelle bei der Fürstenhöhe nordöstlich von Oberschmeien.

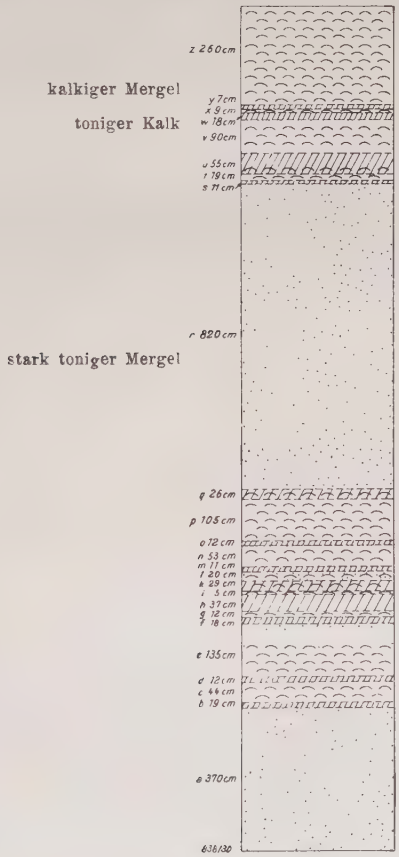


Abb. 1. Profil 12.
Zementmergel. Offene Stelle am Südwesthang der Fürstenhöhe.

Die petrographische Beschaffenheit ist nicht durchgehend mergelig, es sind vielmehr einzelne feste, stark tonhaltige Kalkbänke und dicke Lagen von Ton eingeschaltet; doch ist für die Gesamtheit der Zone der Name Mergel berechtigt. Ein typisches Profil — aufgenommen an der offenen Stelle am Südwesthang der Fürstenhöhe — soll den petrographischen Wechsel veranschaulichen (s. Prof. 12, Abb. 1).

Die Farbe der Mergel ist grau. Stellenweise treten scharf abgegrenzte, unregelmäßig gestaltete, bisweilen ziemlich große, dunkelblaugrau gefärbte Flecken auf, sie sind besonders gut in dem (auf der Karte nicht verzeichneten) Bruch nördlich vom Gewand Bierendorf nordwestlich Harthausen a. d. Scheer zu beobachten. Es handelt sich dabei um gegenüber den helleren Teilen stärkere Anreicherung feinst verteilten Pyrits. Daß auch in den hellgrau gefärbten Mergeln ein beträchtlicher Eisengehalt vorhanden ist, ist daraus ersichtlich, daß in der Verwitterungszone und entlang von Klüften stets eine Braunfärbung stattfindet. Auch in größeren, in der Verwitterungszone limonitisierten Einzelkristallen (Würfeln) tritt Pyrit nicht selten auf. Limonit ist öfters in stengeligen Konkretionen angereichert, worauf schon Fraas (1858, S. 111) aufmerksam machte. Quenstedt (1858, S. 746 und 790) gibt sogar vom Hohrain bei Jungnau (der heutigen Fürstenhöhe) verkieste Terebrateln an, auch Grünvogel (1914, S. 32) erwähnt vom „Langen Wasen" beim Neuweiler den Fund eines verkiesten Ammoniten. Ich persönlich habe eine derartige Beobachtung nicht machen können. In manchen Bänken auf der Fürstenhöhe sind die Muscheln mit einer dünnsten braunen Limonithaut überzogen.

Schichtung ist innerhalb einheitlicher Ton- oder Mergelpakete nicht ausgeprägt; ein frischer Anbruch zeigt nur unregelmäßig verlaufende Klüfte, während bei der Verwitterung der mergeligen Partien ein regelloser Zerfall in kleine flache Scherben stattfindet; selten ist — wenige Meter nur vertikal durchgehend — eine dünnschieferige Aufspaltung zu bemerken (nordwestlich Harthausen am Weg nach Freudenweiler, Kienerhalde südlich Freudenweiler).

Bei der Kartierung ist die Erkennung der Zementmergel ohne Aufschluß nicht immer ganz einfach, denn als Lesestücke finden sich nur die härteren, stark kalkhaltigen Bänke, die von Gesteinen der Ulmensisschichten gelegentlich schwer zu unterscheiden sind, doch hilft die ausgesprochen graue Farbe in den meisten Fällen.

Von großem Wert ist aber das Vorhandensein zweier „Leitgesteine", zweier Arten von Kluftausfüllungen, die, bei immer gleicher Ausbildungsweise und leicht erkennbar, in den Zementmergeln weit verbreitet und auf sie beschränkt sind.

Einmal sind es bis 3 mm dicke dunkelbraune Platten von Limonit, die entsprechend den Klüften meist fast senkrecht in der umgebenden Mergelmasse stecken. Eine symmetrische Anordnung hellerer und dunklerer Streifen zeigt, daß die Bildung der Platten so vor sich ging, daß von beiden Seiten Limonit in die klaffende Kluft hineindiffundierte und sich bei weiterem Öffnen der Kluft weitere Lagen anlegten. Die zweite Art sind Ausfüllungen, die bis zwei Zentimeter dick werden können. Sie bestehen aus schief an der Begrenzungsfläche der Kluft absetzenden, dünnen Lamellen von senkrecht gestellten Calcitkristallen, die durch hauchdünne Tonhäutchen voneinander getrennt sind. Die Platte zerfällt durch ihrer Begrenzung parallele wie schief dazu verlaufende Trennungsflächen in einzelne Teile mit verschiedenem Ansatzwinkel der Lamellen. Ohne eine eingehende Untersuchung angestellt zu haben, habe ich diese Kluftfüllung erwähnt und roh beschrieben, weil sie von praktischer Bedeutung

ist. Ihr Alter muß, mindestens teilweise, ziemlich hoch sein: sie liegen auch an Stellen, an denen die Hangenden Bankkalke, die doch den Kalk geliefert haben müssen, längst erodiert sind. Dann fand Herr Professor Dr. Hennig in der untermiozänen Marinmolasse von Harthausen a. d. Scheer eingeschlossene Stücke.

Die genaue Messung der Mächtigkeit stößt zunächst auf dieselben Schwierigkeiten wie bei den Ulmensisschichten (s. S. 36), zumal die hangenden Kalke meist abgetragen sind. Wir werden aber später noch eine Methode kennen lernen, mit Hilfe derer sie an vielen Stellen leicht ermittelt werden kann.

Vom „Langen Wasen" beim Neuweiler führt Grünvogel (1914, S. 32) schon ein Vorkommen von Zementmergeln an, ohne es auf der Karte besonders auszuscheiden. Parallel zur Verwerfung kann es, unter- und überlagert von Bankkalken, von 882 bis 898 m verfolgt werden, besitzt also eine Mächtigkeit von ungefähr 15 m. Bei der kurzen Strecke kann ein etwa vorhandenes Einfallen keine große Fehlerquelle darstellen.

Südöstlich Bitz, beim „Hohlen Fels", erreichen die Mergel eine Mächtigkeit von 25 bis 30 m (gemessen in SW—NO-Richtung, da hier starkes Fallen nach SO).

Erst wieder nordwestlich Jungnau ist eine Messung möglich: nördlich vom „Härtle" liegt ein kleiner Zementmergelfleck bei 650 m den Ulmensisschichten auf, die Hangenden Bankkalke bei 700 m dem Massenkalk. Die Mergel sind also hier 50 m mächtig.

Am Südhang der Fürstenhöhe bei Oberschmeien sind die Ulmensisschichten zwar nicht mehr erschlossen, müssen aber bei 700 m nach den Verhältnissen in der Nachbarschaft unmittelbar unter Tag anstehen; die Hangenden Bankkalke liegen bei 770 m, bei dem starken SO-Fallen ergibt sich so eine ungefähre Mächtigkeit von 60 m.

Die Fossilführung der Mergel wird im allgemeinen als sehr gering bezeichnet; ich konnte im Lauchertgebiet gute Erfahrungen machen.

Eine Untergliederung habe ich allerdings nicht durchführen können, denn da gerade gut erhaltene Ammoniten selten sind, verspricht nur eine langjährige Sammeltätigkeit Erfolg; und außer ihnen wird zur Gliederung wohl kaum eine Tiergruppe in Betracht kommen (Foraminiferen?). Die Muscheln haben, soweit es sich nicht um in dieser Beziehung unkontrollierbare, seltene Einzelfunde handelt, ein meist viele Zonen überdauerndes Leben, und andere in den Mergeln stellenweise häufigen Tiere sind deshalb unbrauchbar, weil sie eben nur lokal vorkommen. So zeigte auch das dargestellte Profil beim Absammeln keine Verschiedenheiten.

Eine schon von Quenstedt (1858, S. 798) und Engel (1908, S. 464) angeführte reiche Fundstelle ist der Südwest- und Südhang der Fürstenhöhe. Am Weg von Oberschmeien herauf ist bei 760 m eine kleine Grube, deren Oberfläche mit Balanocrinusstielgliedern und Brachiopoden förmlich besät ist (s. Taf. 1, Fig. 3). Aus ihr und der offenen Stelle darüber sowie dem nach Osten sich anschließenden Hang bekam ich:

Balanocrinus pentagonalis Gf. äußerst zahlreich
Balanocrinus subteres Mü.
Millericrinus horridus d'Orb.
Pentaceros primaevus Zittel
Cidaris elegans Gf.
Cidaris (Plegiocidaris) coronata Gf. sp. cf. *coronostrictae* Qu.

Cidaris blumenbachi Mü. (= *histricoides* Qu.)
Cidaris sp., Eiertäfelchen
Rhabdocidaris nobilis Mü. sp.
Stomechinus perlatus Desm.
Dysaster granulosus Mü.
Collyrites carinata Leske
Serpula gordialis Schlthm.
Serpula flagellum Mü.
Serpula sp., verschieden aufgewachsene und freie Arten
Lingula zeta Qu.
Zeilleria pentagonalis Qu.
Zeilleria nattheimensis Rollier (= *indentata* Qu.)
Zeilleria danubiensis Schlosser
Terebratula (Liothyrina) cf. *bisuffarcinata* Schlthm.
Terebratula (Liothyrina) insignis Schübler
Terebratula (Liothyrina) cyclogonia Zeuschner
Terebratula (Liothyrina) repeliniana d'Orb.
Rhynchonella astieriana d'Orb.
Palaeoneilo choroschowensis Borissjak
Macrodon rhomboidalis Ctj.
Astarte sequana Ctj.
Tellina zeta Qu. (Form des Jura)
Venus suevica Gf., lange Varietät
Pleuromya sinuosa Römer
Pleuromya hortulana Ag.
Pleuromya tellina Ag.
Thracia cf. *incerta* Desh.
Thracia tenuistria Desh.
Aequipecten subarmatus Gf., äußerst zahlreich in großen Exempl.
Perisphinctes hennigi Berckh.
Oppelia cf. *steraspis* Opp.
Oppelia cf. *fontannesi* Berckh.
Haploceras filarium Berckh.
Haploceras pseudocarachtheïs Favre
Physodoceras sp. (noch nicht bestimmt)
Waagenia interlaevigata Berckh.
Laevaptychus latus H. v. Mey. sp.
Belemnites sp.

Quenstedt beschreibt sodann unter der Bezeichnung „Rauschberg, Weißer Jura ε ζ" in verschiedenen Werken einige Fossilien. Über die Stelle äußert er sich:

„Die Sigmaringer Sammler haben am Hofe Rauschberg bei Oberschmeien einen kleinen, vorzüglichen Fundort, wo die Kinder in einem gelben Kalkmergel auf der Grenze des Weißen Jura ε/ζ neben *Terebratula pentagonalis* und *trigonella* Cidaritenstacheln sammeln, die mit *trispinatus* und *trilaterus* vollkommen übereinstimmen."

Es muß sich also bei dem Fundort ebenfalls um Zementmergel handeln, die genaue Stelle habe ich nicht finden können. Im Tübinger Institut befinden sich in der Sammlung Hildenbrand viele Stücke mit der Fundortbezeichnung

„Rauschberg", sie seien hier mit denen Quenstedt's zusammengestellt, soweit die Formen nicht schon von der Fürstenhöhe angeführt wurden:

Millericrinus sp.
Cidaris cf. *coronata* Gf.
Rhabdocidaris sp. (trispinata Qu., Encriniden, Tab. 66, Fig. 89, 90)
Rhabdocidaris trispinata Qu.
Rhabdocidaris trilatera Qu.
Rhabdocidaris plicata Qu.
Pseudodiadema subangulare Gf.
Zeilleria pseudolagenalis Mösch
Terebratella (Ismenia) pectunculoides Qu.
Terebratella (Ismenia) loricata Schlthm.
Terebratella (Ismenia) recta Qu.
Terebratella sp.
Cheirothyris aculeata (Cat.) Ziet.
Serpula sp.
Alectryonia hastellata Schlthm.
Alectryonia gregaria Sow.
Gryphaea alligata Qu.
Exogyra spiralis d'Orb.

Das Interessante an diesen beiden Faunen liegt darin, daß sie aus zwei verschiedenen biologischen Gruppen zusammengesetzt sind. Denn zu den üblichen Zementmergelfossilien gesellen sich hier die Cidariten, Rhabdocidariten, *Millericrinus horridus* d'Orb. und einige der Brachiopoden als Formen, die ihrer ganzen Organisation nach nicht im weichen Zementmergelschlamm leben konnten. Der Unterschied der Lebensweise der jurassischen regulären und irregulären Seeigel ist bekannt (cf. Deecke 1913, 1928), und die großen Brachiopoden zeigen — ganz abgesehen von ihrem sonstigen Vorkommen, Kelheim! — schon durch ihre im Gegensatz zu der von *Zeilleria pentagonalis* Qu. und *nattheimensis* Rollier weite Stielöffnung, daß der Stiel kräftig benützt wurde, die Tiere also auf fester Unterlage aufsaßen. Diese Schalen müssen also wohl eingeschwemmt sein, wofür auch ihre große Anhäufung spricht. Ebenso machen die unzähligen Stielglieder von *Balanocrinus pentagonalis* Gf. den Eindruck, als ob sie zusammengeschwemmt wären, denn merkwürdiger- und bezeichnenderweise fand sich nie ein Stück des Kelches oder der Wurzel. Ehrenberg (1924) spricht für ähnliche Vorkommen denselben Gedanken aus. Dadurch würde auch erklärt, daß gerade hier lokal ein so großer Fossilreichtum festzustellen ist, während an ganz benachbarten Stellen — ich nenne nur die Halden beim Neuhaus und im Waldteil „Verbrannter Hau" — fast nichts gefunden werden kann. Anomien, Serpeln und Bryozoen haben häufig Brachiopoden und Crinoidenstiele überwuchert. Eine ähnlich reiche, nur sehr kleine Stelle, liegt westlich von Jungnau beim Kreuz (690 m), eine weitere auf der rechten Schmeienseite östlich von Weyeneich bei Nusplingen.

In den härteren Bänken über der Grube fallen zahlreiche fucoidenartige Gebilde auf, die ich für Excremente oder Ausfüllungen von Wohnröhren halten möchte; in den weicheren Partien sind derartige Spuren natürlich nicht erhaltungsfähig geblieben.

Eine nach Fundstellen getrennte Aufführung der Fauna kann unterbleiben, da sich ja stratigraphisch verwertbare Unterschiede vorerst nicht gezeigt haben. Gesammelt habe ich vornehmlich an folgenden Stellen:

I Bitz, Neubau bei der Abzweigung der Straße nach Truchtelfingen von der nach Ebingen.
II Kleine Grube südwestlich der Ziegelhütte Neufra, östlich vom Ebnisberg.
III Auf der Karte nicht vermerkter Bruch nordwestlich Harthausen a. d. Scheer, nördlich Gewand „Bierendorf".
IV Straße Sigmaringen—Nollhof, östlich von P. 623,7.
V Eben beschriebene Stellen bei der Fürstenhöhe (nochmal erwähnt wird nur die Mergelfauna!).
VI Einige Funde aus dem großen Zementmergelbruch Münsingen.

Ammoniten sind, wie schon erwähnt, nicht eben häufig. Ich bekam:

Perisphinctes hennigi Berckh. (I, V)
Perisphinctes cf. *subulmensis* Schn. (VI)
Oppelia cf. *steraspis* Opp. (III, IV, V, Bruch Auingen)
Oppelia steraspis Oppel (Stück in der Tübinger Sammlg., aus VI)
Oppelia fontannesi Berckh. (II, V: cf., östlich Veringendorf, Bruch Auingen)
Oppelia cf. *franciscana* Font. (II)
Haploceras filarium Berckh. (I: cf., V)
Haploceras cf. *pseudocarachtheïs* Favre (V, VI)
Sutneria bracheri Berckh.
Physodoceras sp. (noch nicht bestimmt)
Waagenia interlaevigata Berckh. (V).

Stellenweise sind kleine Bruchstücke von Perisphincten mit weit auseinanderstehenden, einfach gegabelten, kräftigen Rippen häufig; sie sind sehr charakteristisch, konnten aber wegen ihrer zu mangelhaften Erhaltung nicht bestimmt werden, ebenso wie noch einige andere Bruchstücke, die sicher zu keiner der bestimmten Formen gehören. Überhaupt sind ganze Stücke selten, auch unter den Oppelien und Haploceraten.

Waagenia interlaevigata Berckh., *Perisphinctes hennigi* Berckh., *Oppelia steraspis* Opp. dürfen wir vorerst als den Zementmergeln eigen ansehen.

Laevaptychen (cf. *latus* H. v. Mey.) sind hin und wieder zu finden, Lamellaptychen treten stark zurück.

Muscheln sind im Gegensatz zu den Ammoniten häufig, und zwar fand ich:

Nucula ancervillensis P. de Lor.
Nucula n. sp. (IV, V, Gammertingen)
Palaeoneilo choroschowensis Borissjak (V, VI)
Macrodon rhomboidalis Ctj. (V, häufig)
Cardita tetragona Qu.
Astarte supracorallina d'Orb. (überall häufig)
Astarte patens bei Thurmann-Étallon, non Ctj. (IV)

Astarte sequana Ctj. (III, V)
cf. *Lucina zeta* Qu. (VI)
Venus suevica Gf., lange Varietät (V)
Tellina zeta Qu. (Typ des „Jura") (V)
Pleuromya sinuosa Römer (V)
Pleuromya hortulana Ag. (III, V)
Pleuromya tellina Ag. (V)
Thracia cf. *incerta* Desh. (V)
Thracia tenuistria Desh. (V)
Pinna radiata Sow. (überall häufig)
Lima pratzi Böhm (IV)
Chlamys subtextoria (Mü.) Gf. (IV, östlich vom gespaltenen Fels bei Inzigkofen)
Entolium cingulatum Gf. (IV, V, VI)
Entolium sp., Umriß von *cinguliferum* Zittel, 4,5 mm hoch (III)
Aequipecten subarmatus Mü. (IV, V).

Zu diesen bestimmbaren Muscheln tritt eine sehr individuenreiche Kleinmolluskenfauna, die wegen der schlechten Erhaltung (ohne Schale und Schloß!) einer einwandfreien Bestimmung große Schwierigkeiten macht. Nach Berckhemer (1924, S. 25) und Engel (1908, S. 465) kommt sie auch in anderen Teilen Württembergs vor, und Berckhemer hat mit Recht auf die Ähnlichkeit mit der Zwergfauna der Impressamergel aufmerksam gemacht. Schneid (1914/15) hat die entsprechende aus den fränkischen Reisbergschichten, die z. T. eine große fazielle Ähnlichkeit mit unseren Zementmergeln besitzen, beschrieben. Vorläufer davon fanden sich ja auch schon in den Ulmensisschichten (Profil 9, S. 60).

Gegenüber der übrigen Muschelfauna der Ulmensisschichten sind einige Unterschiede zu verzeichnen: Vor allem geht die unten so häufige *Pholadomya acuminata* Hartm. in die Mergel nicht mehr hinauf, dafür sind *Macrodon rhomboidalis* Ctj., *Pleuromya sinuosa* Römer, *Pleuromya hortulana* Ag., *Pleuromya tellina* Ag., *Venus suevica* Qu. neu und teilweise sehr häufig.

Von Gastropoden sind die zarten Schalen der

Spinigera spinosa Mü. und
Alaria bicarinata Mü.

überall zu finden, außerdem bekam ich

Amauropsis silicea Qu. (VI)

Laevidentalium sp. kommt hin und wieder vor, Brachiopoden treten im allgemeinen stark zurück, die Stelle bei der Fürstenhöhe bildet eine Ausnahme. Gelegentlich kommt eine

Zeilleria pentagonalis Qu. oder
Zeilleria nattheimensis Rollier

zum Vorschein, die anderen Formen habe ich sonst nie mehr erhalten. Auch diese beiden Zeillerien treten in den Mergeln zum erstenmal auf. Cranien fand ich einige in sehr guter Erhaltung:

Crania lineata Qu. (VI)
Crania sp. aff. *corallinae* Qu. (östlich Veringendorf, Schlichte südwestlich Freudenweiler)

Zu erwähnen ist nochmal

Lingula zeta Qu. (V), auch
Balanocrinus pentagonalis Gf.

kommt außerhalb des Gebiets der Fürstenhöhe nur selten, aber immerhin fast überall vor.

Quenstedt gab zuerst im Jura (1858, S. 721) und dann in den Encriniden (1874/76, S. 193) den pentagonalen Balanocrinen des obersten Malm den Namen „*sigmaringensis*". Er gibt an, daß sie in den Schwammschichten beim Nollhaus auftreten und sich nach oben in Zementmergel und Magilaplatten fortsetzen. Maßgebend waren für ihn, wie aus verschiedenen Bemerkungen hervorgeht, zur Abtrennung vom eigentlichen *pentagonalis* hauptsächlich stratigraphische Gründe. Paläontologisch denkt er sich außerdem als *pentagonalis* die glatten oder doch nur „unbedeutend pustulösen" Formen, während *sigmaringensis* einen Gürtel oder eine Knotenreihe auf der Mitte der Seitenfläche besitzen und „sehr kräftig" sein soll. Beiden gemeinsam ist die scharfe Längsleiste an den Kanten der einzelnen Glieder. Quenstedt schreibt aber selbst, daß sehr große Annäherungen des *sigmaringensis* an *pentagonalis* vorkommen, und entscheidet dann die Zugehörigkeit „nach dem Lager". Mit der Beobachtung, die man an den Stücken von der Fürstenhöhe machen kann, daß nämlich zwischen solchen mit fast glatten Seitenflächen und solchen mit stark ausgeprägten Wülsten oder Knotenreihen alle Übergänge bestehen, stimmt eine Bemerkung von de Loriol (1877, S. 170) über *Balanocrinus pentagonalis* Gf. aus dem Dogger ε bis Malm γ (Badener Schichten) der Schweiz, bei dem ebenfalls dieselben Übergänge auftreten: „tous ces divers systèmes d'ornementation varient encore sur le même fragment, se retient par des passages et se montant, soit sur différentes parties de la tige d'un même individue, soit sur les tiges d'individues de même espèce". Auch Walther (1886, S. 160) spricht von einem glatten *sigmaringensis*. Die im ganzen zutreffende Beobachtung Quenstedt's, daß in den Schwammschichten beim Nollhaus lauter sehr kräftige, d. h. dicke Glieder vorkommen, berechtigt nicht zur Abgrenzung einer besonderen Art, denn in den Zementmergeln kommen, wieder mit Übergängen, dicke und dünne Formen zusammen vor. Schon Goldfuss (1835, Tab. LIII, Fig. 2 f) hat aus dem Ornatenton (nach Quenstedt) von Mömpelgard ein Stück abgebildet, mit dem solche aus unserem obersten Malm gut übereinstimmen.

Bei diesem Befund schwindet aber die Berechtigung, der stratigraphischen Verschiedenheit wegen *sigmaringensis* von *pentagonalis* abzuspalten, und ich möchte deshalb vorschlagen, den Namen „*sigmaringensis*" zu streichen, mindestens so lange er sich nur auf Stielglieder stützen kann.

Was übrigens die Goldfuss'sche Abbildung (Tab. LIII, Fig. 2 a, b) betrifft, so sind die vom Nahrungskanal ausstrahlenden 5 Leisten auf den Gelenkflächen zu grob gezeichnet; in Wirklichkeit handelt es sich um viel dünnere Linien bei den stratigraphisch ältesten wie jüngsten Formen. Auch Quenstedt's Abbildungen (1876, Tab. 99, Fig. 1 ff.) zeigen eine Unrichtigkeit: die 5 Leisten auf der Gelenkfläche verlaufen

vom Nahrungskanal aus nicht nach den Ecken, sondern den Seitenmitten des Fünfecks. Wie in der Verzierung bestehen auch im Querschnitt, wenn auch nicht so große, Unterschiede, die dadurch entstehen, daß die geraden Seitenflächen entweder leicht eingebuchtet werden, so daß eine Sternform angedeutet wird, oder aber nach außen gedrückt, so daß eine mehr rundliche Form zustande kommt. Die Verschiedenheiten lassen sich wohl ebenfalls als solche verschiedener Stielregionen erklären.

Einen Übergang zu *subteres* Mü. möchte ich nicht annehmen, da von *subteres* Auftreten von Wülsten und Knoten nicht erwähnt wird, es sich also grundsätzlich anders verhält als *pentagonalis*.

Ich habe diese Ausführungen gemacht, um ausdrücklich zu betonen, daß *Balanocrinus sigmaringensis* als Leitform nicht benützt werden kann, wie es gelegentlich vermutet wird.

Irreguläre Seeigel:

Dysaster granulosus Mü.
Collyrites carinata Leske

sind überall zu finden.

Von Seesternen fand ich als Seltenheit

Pentaceros primaevus Zittel (Terminalglied eines Arms).
H. Fischer (1921, S. 27) führt ein Plättchen von
Astropecten cf. *jurensis* Gf. an.

Magila (Calianassa) suprajurensis Qu. ist überall häufig.

Von Fischen bekam ich Zähne von

Lamna sp. (Rauschberg)
Pycnodontenzahn (Mergelbruch Auingen), und einen
Notidanus sp. (westlich von Veringendorf).

Auf Foraminiferen habe ich nicht untersucht, ich verweise auf die Arbeit von Gümbel (1871), in der die Mikrofauna des Zementmergels der Ulmer Gegend beschrieben ist.

Weitere Zusammenstellungen der Zementmergelfauna gaben Schmierer (1902, S. 580 82), Engel (1908, S. 473), Berckhemer (1924, S. 25). Da jede einiges Neue bringt, ergänzen sie sich mit meiner zu einer ansehnlichen Liste.

7. Die Hangenden Bankkalke

Über den Zementmergeln folgen als oberste Einheit der geschichteten Fazies wieder Bankkalke, die nur Brachiopoden, Muscheln und Krebsscheren, aber kaum Ammoniten führen und deshalb mit einem neutralen Ausdruck vorerst „Hangende Bankkalke“ [5]) benannt werden sollen, bis reichliche Funde die Aufstellung eines zoneneigenen Ammoniten ermöglichen. Über die Parallelisierung mit der Tuttlinger Gegend (Baar) siehe im nächsten Abschnitt.

5) Aldinger (1930, S. 259) spricht auf meine Mitteilung hin von „Muschelreichen Bankkalken“. Es handelt sich dabei um eine private vorläufige Bezeichnung von mir, die ich zurückziehen möchte.

Im nördlichen und mittleren Gebiet sind die Hangenden Bankkalke nur noch in zwei Gräben, an durch Tektonik vor Abtragung geschützten Stellen in kleinen Fetzen erhalten:

Im Hohenzollerngraben:

1. am Bühl, nordwestlich vom Neuweiler von 898 m bis zur Spitze, soweit sie noch zum abgesunkenen Teil gehört.
2. nördlich und nordöstlich von Bitz (Bruch auf dem Auchten).
3. südlich Freudenweiler und beim Hof Hermannslust (Bruch Kienerhalde).
4. nordwestlich von Harthausen a. d. Scheer (Brüche im Waldteil XII).
5. im und südlich vom Waldteil Eich nordwestlich Veringenstadt.

Ferner außerhalb des Grabens in kleinen Fetzen noch im Gewand Danholz nordwestlich von Harthausen a. d. Scheer, sowie westlich von diesem Ort bei 770 m.

Im Lauchertgraben:

sind an der älteren Westverwerfung noch einige Kuppen erhalten, und zwar

1. wie 5/Hohenzollerngraben (also doppelt geschützt).
2. Lausert westlich Veringendorf.
3. Stockert, südwestlich Veringendorf.
4. Frauenberg, südwestlich Jungnau (verschiedene kleine Anbrüche).

Im südlichen Gebiet

dagegen, in der weiteren Umgebung von Sigmaringen, haben die Hangenden Bankkalke im Schutz des Donauabbruchs noch weitgehend der Abtragung widerstanden. Den nun doppelt versenkten Lauchertgraben füllen sie fast ganz aus, auf seinen beiden Flanken erscheinen sie zuerst in kleinen Flecken (Fürstenhöhe, Hohe Föhren nordwestlich Hornstein), um dann in tiefer Lage westlich und südwestlich von Sigmaringen eine große, allerdings meist unter dem Diluvium verschwindende Decke zu bilden.

Sie sind hier ausgezeichnet erschlossen, ich nenne die großen Brüche:

nordwestlich von Laiz,
beim Schießstand nordwestlich von Gorheim,
bei den „sieben Kriesbäumen",
auf dem Schönenberg östlich von Sigmaringen,
am Nonnenhölzle südöstlich von Sigmaringen,
an der Straße nach Krauchenwies.

Im Sigmaringer Stadtwald sind zahlreiche kleine Brüche angelegt, die nur zum kleinsten Teil auf der Karte verzeichnet sind; der Kalk wird zum Beschottern der Wege benützt.

Da uns die Hangenden Bankkalke als oberstes Malmsediment nur noch in Erosionsrelikten überliefert sind, lassen sich keine Angaben über ihre wahre Mächtigkeit machen. Im Norden sind sie nur noch als dünne Hauben erhalten, im Süden lassen sich beim Großholz nordwestlich vom Nollhof noch 70 m feststellen, auch beim Nonnenhölzle südöstlich von Sigmaringen sind unter dem Diluvium noch 50 m erschlossen. Schnarrenberger (1913, S. 533) und Deecke (1916, S. 401) geben für diese Bankkalke in der Baar („obere Malmkalke") eine Mächtigkeit von über 100 m an; ich zweifle nicht, daß sie auch im Sigmaringer Gebiet einst mindestens soviel betrug.

Petrographisch handelt es sich um hellgelbgrau bis hellbraun gefärbte, dichte, ziemlich tonhaltige Kalke mit glattem oder etwas angeschupptem, bis-

weilen auch feinwelligem Bruch, innerhalb der einzelnen Bänke selten weiter plattig spaltbar, sondern meist regellos mit scharfen Ecken und Kanten zersplitternd. Die Härte ist sehr groß, das Korn äußerst fein und gleichmäßig, die Zusammensetzung einheitlich. Die einzelnen Kalkbänke sind im Durchschnitt 20—30 cm mächtig und werden durch dünne Mergellagen getrennt; durchweg ist dabei zu beachten, daß ein allmählicher Übergang zwischen Kalk und Mergel stattfindet derart, daß die oberen und unteren 3—4 cm einer Kalkbank tonreicher sind und Neigung zu dünnplattigem Zerfall zeigen.

Die meisten Mergellagen sind 2—5 cm dick und werden selten mächtiger. In der Weihenbrunner Halde konnte ich als Ausnahme 20 cm und in einem Bruch im Sigmaringer Stadtwald im Trockental nördlich vom Kugelberg bei 670 m sogar 53 cm messen. Die letztere konnte bei der Kartierung in derselben stratigraphischen Höhe westlich und südwestlich vom Großwieshof festgestellt werden. Ein Profil, aufgenommen im Bruch beim P. 623,7 südlich vom Nollhof, soll einen Einblick in den Aufbau geben, es lautet:

30	cm	Kalk
8	„	kalkreicher, blättriger Mergel
14	„	Kalk
15	„	Mergelbänkchen mit 2 Lagen tonreichen Kalks
37	„	Kalk
1	„	lehmiger Mergel
16	„	Kalk.
		dünne Mergellage
15	„	Kalk
		dünne Mergellage
26	„	Kalk
2	„	Mergel
35	„	Kalk
		dünne Mergellage
15	„	Kalk
2	„	Mergel
16	„	Kalk
12	„	Kalk
3	„	lehmiger Mergel
7	„	toniger Kalk
2	„	lehmiger Mergel
30	„	Kalk
5	„	Mergel
23	„	Kalk
5	„	Mergel
19	„	Kalk
		dünne Mergellage
10	„	Kalk
		dünne Mergellage
23	„	Kalk
7,5	„	Mergel mit eingelagerten Kalklinsen
25	„	Kalk
5	„	Mergel

15 cm Kalk
dünne Mergellage
25 „ Kalk
1 „ Mergel
dünne Mergellage
18 „ Kalk.

Die einzelnen Bänke gehen in ihrer Dicke gleichmäßig durch, doch verläuft die Grenze Kalk/Mergel mitunter stark wellig, wohl infolge auslaugungsdiagenetischer Vorgänge.

Im Norden (vom Neuweiler bis Harthausen a. d. Scheer) sind die Profile etwas toniger ausgebildet als im Süden, und zwar so, daß zu den Kalkbänken und Mergellagen viele Bänke stark tonigen Kalks treten, die den vom Süden erwähnten Übergangsbildungen entsprechen und ausgezeichnet dünnplattig aufspalten. Die Brüche bekommen so ein von den südlichen ziemlich verschiedenes Gesicht, der von Bitz z. B. erscheint fast geschiefert, und Oppel (1858, S. 774) hat wohl diesen Aufschluß im Auge, wenn er „Plattenkalke von Bitz" mit denen von Nusplingen vergleicht und von Versuchen spricht, hier lithographische Steine zu gewinnen. Sein Profil lautet:

17 cm harter Kalk
1 „ Mergel
8 „ toniger Kalk
Lettenbesteg
3 „ toniger Kalk
2 „ Mergel
18 „ harter Kalk
13 „ Mergel, mit Einlagen tonigen Kalks
10 „ toniger Kalk
2 „ Mergel
13 „ harter Kalk
6 „ Mergel
10 „ harter Kalk
Lettenbesteg
13 „ harter Kalk
3/4 „ Mergel
4 „ toniger Kalk
3/4 „ Mergel
17 „ toniger Kalk
21 „ harter Kalk
2 „ Mergel
27 „ harter Kalk
Lettenbesteg
17 „ toniger Kalk
Lettenbesteg
8 „ harter Kalk
Lettenbesteg
8 „ toniger Kalk

Lettenbesteg
13 „ harter Kalk
4 „ Mergel
? „ harter Kalk.

Die harten Kalke gleichen dabei denen der Sigmaringer Gegend vollkommen. Wie in den Kalktonschieferlagen der Ulmensisschichten finden sich auch in denen der Hangenden Bankkalke zahlreiche stylolithisch gerauhte Lösungsflächen.

Die Schwefelkies- bzw. Limonitführung ist äußerst spärlich, nur ausnahmsweise treten kleine Rosttüpfelchen auf. Auch die größeren hellbraunen Flecken konnte ich nur an einzelnen Stellen in sehr blasser, also eisenarmer Ausbildung beobachten. Nur im Steinbruch von Bitz ist Pyrit, oft in deutlichen Würfeln, in der Kontur von flaschenförmigen Röhren (Wurmröhren?) stärker angereichert. Kleine Kalkspatdrusen sind häufig anzutreffen, vor allem sind sämtliche Zeillerien mit Calcit erfüllt. Die aus der Siliceuszone von Neufra und Kolbingen (s. S. 40) beschriebenen Kristallisationszentren innerhalb der Kalkbänke fanden sich gelegentlich auch in der Umgebung von Sigmaringen.

Der petrographische Unterschied gegenüber den Bankkalken der tieferen Zonen ist derart groß, daß die Hangenden Bankkalke jederzeit als solche erkannt werden könnten, auch wenn deutliche faunistische Merkmale nicht vorhanden wären. Von diesen weiter unten.

Besonders eindrucksvoll ist die Gleichförmigkeit des Profilaufbaus. Abgesehen von dem größeren Tongehalt im Nordwesten gleicht jeder Bruch — wie in der Sigmaringer Gegend —, welche stratigraphische Höhe er auch aufschließen und wie hoch er selbst auch sein mag, allen andern und ist selbst von oben bis unten einheitlich. Eine petrographische Gliederung kann deshalb nicht durchgeführt werden. Die Ähnlichkeit mit der Bankung des Malm β springt in die Augen. Dies gilt für den gesamten, mir bekannten Bereich von Tuttlingen bis Münsingen. Im Gegensatz dazu sind die Ulmensisschichten — die Setatuszone kommt ja wegen Fehlens von Mergellagen sowieso nicht in Betracht — sehr mannigfaltig zusammengesetzt, fast jede Bank sieht anders aus — wenn sich dies auch in der Beschreibung nicht immer ausdrücken läßt — und die Mergellagen sind unregelmäßig verteilt. Ich kenne keinen Aufschluß, der ein einheitliches Profil zeigt. Vgl. die Fig. 10 und 11 auf Taf. 4.

Auch in Lesesteinen ist die charakteristische gelblichgraue bis hellbraune Färbung kaum zu verkennen; ganz wertvoll ist als starker Unterschied gegenüber den Ulmensisschichten das praktisch völlige Fehlen jeder limonitischen Beimengung in Gestalt von rostigen Flecken, Tüpfelchen usw. Ein feineres, bei der Kartierung manchmal benutzbares Merkmal liegt darin, daß die Ulmensisschichten im allgemeinen in dünnen Platten auf den Äckern liegen, während die Hangenden Bankkalke zur Bildung dicker Scherben neigen.

Ein letzter, wichtiger Gegensatz zu den Ulmensisschichten besteht darin, daß in den Hangenden Bankkalken nie einzelne Schuttstückchen oder gar Schuttbänkchen zu finden sind, denn sie liegen

nicht mehr wie alle übrigen Zonen bis zu den Zementmergeln hinauf muldenförmig zwischen Massenkalke eingelagert, sondern auf ihnen. Unten wird auf diese Verhältnisse zurückzukommen sein, für jetzt mag die bloße Registrierung der Tatsache genügen.

Wir dürfen mit Bestimmtheit annehmen, daß das Meer der Hangenden Bankkalke von keinerlei Schwammwucherungen unterbrochen war, daß nach langer Zeit wieder ganz am Schluß der Existenz des schwäbischen Malmmeeres der Zustand der Transversariuszeit erreicht wurde: ein zusammenhängendes Gebiet anorganogener Sedimentation. Deshalb ist das Profil so überaus gleichmäßig; denn die beiden zur Ulmensiszeit eine Regelmäßigkeit verhindernden Faktoren — fehlende Verbindung zwischen einzelnen kleinen, in sich geschlossenen Becken und teilweise Bedingtheit der Sedimentation von den Schutt und sicher auch feinstes Zerreibsel liefernden zoogenen Bildungen — sind nun nicht mehr wirksam.

Der Charakter der Fauna entspricht dem in vollkommener Weise. Ich fand kein einziges Stück, das nicht in den biologischen Rahmen paßte.

Eine nach Fundorten getrennte Aufzählung ist, abgesehen von den Ammoniten, wo sie vielleicht späteren Bearbeitern nützlich werden könnte, auch hier nicht nötig.

Den einzigen Perisphincten, den ich besitze, fand ich in den Brüchen nordwestlich von Harthausen a. d. Scheer, ungefähr 20 m über der Grenze gegen die Zementmergel. Es handelt sich um ein riesiges Exemplar von

Perisphinctes supremus Sutner emend. Schneid.

Einige Haploceraten und Oppelien bekam ich dann beim Großwieshof am Waldrand an dem Weg, der von P. 725,3 nach Südwesten läuft. Sie liegen in einem kalkigen Mergel, den ich für die stratigraphisch verfolgbare Bank halte (s. S. 71), ungefähr 10 m über der Grenze gegen die Zementmergel. Die Formen sind:

Oppelia fontannesi Berckh.
Haploceras cf. *pseudocarachtheïs* Favre.

Schließlich fand ich noch in einem kleinen Aufschluß an der Wegegabel östlich von P. 712 (Weihenbrunner Halde südwestlich von Jungnau) in den untersten Bänken der Hangenden Bankkalke eine kleine

Waagenia sp.

Einige Bruchstücke glatter Oppelien sind zu erwähnen, ferner ein

Laevaptychus sp.

als Beweis, daß auch Physodoceraten vorkommen.

Belemniten und Nautilen sind mir nicht aufgefallen.
An Muscheln bekam ich:

Palaeoneilo choroschowensis Borissjak
Macrodon rhomboidalis Ctj.
cf. *Cardita tetragona* Qu.
+ *Astarte supracorallina* d'Orb.

Astarte sequana Ctj.
+ *Astarte minima* Gf.
Lucina plebeja Ét.
Lucina cf. *plebeja* Ét.
cf. *Lucina zeta* Qu.
+ *Venus suevica* Gf.
Venus suevica Gf., lange Varietät
+ *Tellina zeta* Qu., Typ des „Jura"
+ *Pleuromya hortulana* Ag.
+ *Pleuromya sinuosa* Römer
+ *Pleuromya tellina* Ag.
Pleuromya concentrica Ét.
Thracia cornueli de Lor.
Thracia incerta Desh.
+ *Pinna radiata* Sow.
+ *Pinna granulata* Sow.
Gervillia tetragona Römer
Gervillia striatula Ctj.
Entolium cingulatum Gf.
Variamussium nonarium Qu.
Aequipecten subarmatus Gf.
Plicatula rotundata Remeš

Die mit einem Kreuz versehenen Arten sind häufig.

Meine Gastropoden sind:
Spinigera spinosa Mü. sp.
Alaria bicarinata Mü., ferner
Laevidentalium sp.

Vom Bruch bei den „Sieben Kriesbäumen"/Sigmaringen stammt ein kleiner, irregulärer Seeigel, der sich aber wegen schlechter Erhaltung nicht bestimmen ließ.

Zeilleria pentagonalis Qu. und
Zeilleria nattheimensis Rollier

sind fast überall sehr zahlreich und können in manchen Bänken zu Hunderten gesammelt werden.

Lingula zeta Qu.

ist selten.

Scherenballen von

Magila (Calianassa) suprajurensis Qu.

sind sehr häufig und liegen in manchen Bänken dicht gepackt. Die Schale zeigt gelegentlich noch eine rosarote Färbung. Auch die

var. *lata* Beurlen

habe ich finden können.

Weitere Krebsreste sind (in freundlicher Weise bestimmt von Herrn Dr. Beurlen):

Glyphaeidae gen. et sp. indet.
Eryma modestiformis Schlthm.

Eryma sp. (cf. *fossata* Krause)
Clytia sp.
Protaxius suevicus Beurl.
Serpeln

sind in der Laizer Gegend häufig.

Als zwei seltene Funde mögen am Schluß noch eine kleine Einzelkoralle:

? Thecocyathus sp.

von Laiz, und ein

Selachierzahn

von Hornstein erwähnt werden.

Die Liste läßt sich sicher bedeutend verlängern, wenn bekannt ist, welche von den übrigen in der Literatur (vor allem in den Werken von Quenstedt, dann z. B. bei Zittel & Vogelgesang 1867) angegebenen „ζ" Fossilien aus den Hangenden Bankkalken stammen. Durch Aufsuchen der betreffenden Brüche läßt sich dies gewiß einwandfrei feststellen.

Die Sedimentation muß außerordentlich ruhig vor sich gegangen sein, denn es finden sich nicht nur die überwiegende Mehrzahl der Muscheln zweiklappig, sondern z. B. die Pleuromyen stecken oft noch senkrecht im Gestein. Liegen sie waagrecht, so sind häufig nach Zerstörung des Ligaments die beiden Schalen ineinandergerutscht, bei der ja schon lebend waagrecht liegenden *Tellina zeta* Qu. ist dies die Regel. Es war keine Kraft da, die die beiden losen Schalenhälften voneinander hätte wegschwemmen können.

Die fucoidenähnlichen Gebilde (Reste von Algenrasen?), wie sie von den getigerten Kalken der Ulmensisschichten im südlichen Gebiet angeführt wurden (s. S. 56), sind in fast allen Bänken in großer Zahl vorhanden. Auf der Fürstenhöhe fand ich verzweigte Wurmröhren, die mit Calcit ausgefüllt und mit einer ockerigen Substanz überzogen waren.

Der faunistische Gegensatz zu den Bankkalken der Ulmensisschichten ist groß, denn Ammoniten wurden in ihrer Vorherrschaft durch Muscheln und Brachiopoden abgelöst, und zwar fehlen gerade die nunmehr häufigsten Arten — die Pleuromyen und *Venus suevica* Gf., *Zeilleria pentagonalis, nattheimensis* — den Ulmensisschichten noch ganz. H. Fischer (1921, S. 27) erwähnt auch für die Tuttlinger Gegend Überwiegen von Muscheln und Brachiopoden. Wir bekommen dadurch zur Kennzeichnung der Hangenden Bankkalke zu der petrographischen noch eine ausgezeichnete paläontologische Methode, die sich nicht nur im Aufschluß, sondern auch bei der Kartierung bewährt, denn finden sich in den Ulmensisschichten immer wieder wenn auch unbestimmbare Haploceraten, Oppelien und Perisphinctenbruchstücke, so bleiben oben vor allem die Zeillerien kaum einmal verborgen.

Da keine der Arten, die nachweislich im ganzen Bereich der Hangenden Bankkalke häufig auftreten, auf sie beschränkt ist, sondern alle auch schon in den liegenden Mergeln, *Tellina zeta* Qu. sogar selten noch tiefer, vorkommen, können sie nicht als Zonenfossilien aufgestellt werden. Den an sich ganz geeigneten und mindestens für die Sigmaringer Gegend ebenso berechtigten Namen „Krebsscherenkalke" möchte ich nicht übernehmen, weil Magilascheren auch schon in den Ulmensisschichten stellenweise häufig sind (s. S. 60).

8. Die stratigraphische Stellung der Zementmergel

Die stratigraphische Stellung der schwäbischen Zementmergel wurde bisher ganz allgemein dahingehend beurteilt, daß sie die „Plattenkalke" vertreten können. Ich erwähne von jüngeren Autoren Schmierer (1902, S. 565/66), Engel (1908, S. 460/61), Grünvogel (1914, S. 33), Reich (1915, S. 55).

Für die Tuttlinger Gegend (Baar) gibt dagegen Schnarrenberger (1913, S. 533) eine bis Friedingen verfolgte Dreiteilung der geschichteten Fazies von ε bis ζ an: einen „unteren Kalkkomplex" mit 60–70 m, einen „mittleren rauhen, mergeligen Komplex von blauer und blaugrauer Farbe" mit etwa 50 m, und einen „oberen, kalkigen Komplex" mit über 100 m Mächtigkeit. Der mergelige Komplex entspricht den „oberen Malmmergeln" der Spitz'schen Tabelle (1913, S. 527) und kehrt in der Fischer'schen Darstellung (1922, S. LIII) als „Tonlager", bei Berckhemer-Bracher (1922a, S. 78) wahrscheinlich als Horizont VI wieder, und zwar liegen nach den beiden zuletzt genannten Autoren die Mergel über den Kalken, die wir unseren Ulmensisschichten gleichsetzen müssen. In der weiteren Umgebung von Tuttlingen stellen also die Zementmergel keine fazielle Vertretung von Bankkalken dar, sondern halten eine bestimmte stratigraphische Höhe streng ein. Nachdem dies in derselben Weise auch für die Sigmaringer Gegend bewiesen werden konnte, dürfen wir in den Hangenden Bankkalken ohne weiteres das Äquivalent zum „oberen kalkigen Komplex" Schnarrenberger's, den „oberen Malmkalken" Deecke's (1916, S. 402), den „Krebsscherenkalken" H. Fischer's (1922, S. LIII) sehen. Wir besitzen also auch im Lauchertgebiet das gesamte Profil von Baar und Hegau, die damit nun ihrer bisherigen Sonderstellung beraubt sind!

Es ist nun natürlich wahrscheinlich, daß sich die Zementmergel im ganzen Bereich ihrer Verbreitung gleich verhalten, zumal sie im genauer untersuchten Lauchertgebiet auch in ihren Beziehungen zur zoogenen Fazies (s. u.) unter sich gleich, den andern Stufen gegenüber verschieden sind, und ich habe mir deshalb die Gegend von Münsingen persönlich darauf hin angesehen, im übrigen in der Literatur nach Zitaten gesucht, die sich in diesem Sinn deuten lassen.

Bei Münsingen gilt der Abbau im großen Bruch am Hungerberg Zementmergeln, die von den Hangenden Bankkalken — mit *Magila suprajurensis* Qu. und Zeillerien, in typischer petrographischer Ausbildung — überlagert sind. Das Liegende der Mergel ist in einigen Aufschlüssen an der Bahn westlich von Münsingen sichtbar: graue, rostfleckige Bankkalke, schon auf den ersten Blick als Ulmensisschichten zu erkennen. Zu ihnen gehören auch die Bankkalke im Eisenbahneinschnitt beim Dolderbrunnen/Marbach, die die bekannte „Dolderbrunnenbreccie" eingelagert enthalten (Fraas, Schmierer, Berckhemer).

Reich (1915, S. 55) beschreibt vom nördlich davon gelegenen Böhringen 40—60 m Mergel zwischen „ζ"-Kalken; bei Grabenstetten fehlen sie, weil sie erodiert sind, denn die höchsten dort erhaltenen Bankkalke sind noch zu den Ulmensisschichten zu zählen.

Schmierer (1902, S. 553 und 555) gibt bei den Profilen von Sozenhausen und Gerhausen im Liegenden der Mergel „Krebsscherenkalke" mit Breccienlagen an.

Berckhemer (1924, S. 26) stellt in der Heidenheimer Gegend fest, daß unter Zementmergeln liegende Bankkalke, „untere Plattenkalke", an verschiedenen Stellen

Ochetoceras cf. *zio* Opp. und *Perisphinctes siliceus* Qu. führen und bei Sinabronn eine Schuttbank eingelagert enthalten. Sie stimmen damit mit den Ulmensisschichten des Lauchertgebiets überein.

Von Mergelstetten erwähnt Walther (1904, S. 157) folgendes Profil:

Ruppige Kalke
30 m Zementmergel mit kalkigen Zwischenschichten
48 m Plattenkalke
25 m Zementmergel mit kalkigen Zwischenschichten.

Berckhemer (1924, S. 24/25) beobachtete unabhängig von ihm ein oberes und unteres Mergellager, die durch ungefähr 35 m mächtigen Plattenkalk voneinander getrennt werden. Diese Verhältnisse würden eine große Ausnahme bilden. Die Mächtigkeit der Plattenkalke wird nun von beiden Autoren recht verschieden angegeben, was sich nur durch Beobachtung an verschiedenen Stellen erklären läßt. Eine derartig rasche Mächtigkeitsänderung könnte nur durch Nebeneinanderlagerung von Mergeln und Kalken erklärt werden. Diese widerspricht aber allen meinen Erfahrungen, macht vielmehr das Vorhandensein einer Verwerfung sehr wahrscheinlich. Dann wäre einfach eine Wiederholung des normalen Profils vorhanden. Ich habe leider die Stelle nicht selbst gesehen und kann nichts Sicheres aussagen.

Es ist also für das Gebiet Hegau—Münsingen bewiesen, für das — im Verhältnis dazu kleine — übrige wahrscheinlich, daß die Zementmergel eine selbständige stratigraphische Stufe darstellen.

Eine Fazies kann wandern, und so kann vorerst nicht mit absoluter Sicherheit gesagt werden, daß die Grenze Zementmergel Hangende Bankkalke vor allem überall durchaus gleichzeitig anzusetzen ist, da bei der großen Mächtigkeit und der Armut an brauchbaren Fossilien eine ins Kleine gehende paläontologische Unterlage bis jetzt nicht geschaffen werden konnte. Das ändert aber an der Tatsache nichts, daß die Grenze als solche konstant bleibt.

Die bisher herrschende Meinung, Zementmergel könnten in jeder Höhe innerhalb des „ζ“ auftreten, bald als Liegendes der Plattenkalke, bald als Hangendes, bald als linsenförmige Einlagerung, kam dadurch zustande, daß die verschiedenen Abschnitte der Bankkalke nicht auseinandergehalten werden konnten, dann dadurch, daß nicht beachtet wurde, daß die Überlagerung von massiger Fazies durch geschichtete innerhalb einer Mulde gewissermaßen transgressiv erfolgte, also die jeweils untersten geschichteten Partien nicht stratigraphisch gleichwertig zu sein brauchen, und schließlich dadurch, daß mit einer Abtragung auf der Albhochfläche eigentlich nicht gerechnet und deshalb auch die obersten uns erhaltenen Teile des „ζ“ — bald Kalk, bald Mergel — als stratigraphische Äquivalente aufgefaßt wurden.

9. Die stratigraphische Stellung der Nusplinger Plattenkalke

Anhangsweise sei kurz auf die Eingliederung der Nusplinger Plattenkalke ins Zonenschema eingegangen, weil sie in Hinblick auf ihre fazielle Ähnlichkeit mit den Solnhofer Schiefern und ihr auf schwäbischem Boden räumlich sehr beschränktes Auftreten von besonderem Interesse sind.

Daß sie zu den Ulmensisschichten gehören, ist schon von vornherein deshalb anzunehmen, weil sie zwischen Massenkalke eingebettet liegen und daher Schuttbänke eingelagert enthalten (cf. Quenstedt 1877, S. 40; Schmierer 1902, S. 536/37, Aldinger 1930, S. 258), wie auch Berckhemer (1929, S. 191/92) *Perisphinctes fasciferus* oder cf. *fasciferus* Neum. aus ihnen anführt, also einen Ammoniten, der im Lauchertgebiet auf die Ulmensisschichten beschränkt ist.

Am Steilabfall des Taubenlochs ins Bäratal sind auf der Karte zwei kleine Brüche eingezeichnet, die in den Plattenkalken angelegt sind und ihrer Höhenlage nach stratigraphisch dem Hauptbruch auf dem Westerberg (die alte Bezeichnung „Staufenberg" stimmt nach der Karte 1:25 000 nicht mehr) entsprechen. Unmittelbar unter ihnen stehen am Weg einige Bänke an, die Herrn Dr. Aldinger und mir *Perisphinctes siliceus* Qu., *Oppelia wepferi* Berckh. und *Ochetoceras zio* Opp. geliefert haben (angeführt schon bei Berckhemer 1929, S. 191), in ihrer Fazies — mit den großen, unscharf abgegrenzten Rostschlieren — der unteren Siliceuszone der Gegend Gammertingen-Neuweiler gleichen und nach einer Messung von Herrn Dr. Aldinger 6—8 m mächtig sind. Ungefähr 15—20 m tiefer fanden wir die von hier schon von Haizmann (1902, S. 538) als „*Amm.* n. sp." angeführte *Sutneria subeumela* Schn. Im Lauchertgebiet erwies sich *Oppelia wepferi* Berckh. als auf den unteren Teil der Siliceuszone beschränkt, und so sprechen alle angeführten Tatsachen dafür, daß der Beginn der Plattenkalkbildung noch tief in die Siliceuszone fällt.

Auch auf das Ende darf vielleicht ein Schluß gezogen werden: An der Kolbinger Steige folgen über 8 m mächtigen Bankkalken der „Siliceuszone" die „fossilleeren Plattenkalke" in einem Bruch mit folgendem Profil gut erschlossen:

7,60 m dickgebankte Kalke, Bankmächtigkeit im Durchschnitt 25—30 cm, mit dünnen und einzelnen mächtigeren Mergellagen, mit vielen Rostpünktchen usw., Fazies der Ulmensisschichten von Gammertingen/Neufra, oben fossilreich.

3,40 m 5—10 cm, selten wenig mehr, dicke Kalkbänke, jeweils durch 1—2 cm mächtige Mergellagen voneinander getrennt.

Es darf wohl angenommen werden, daß die unteren 3,40 m, die ja in der stratigraphischen Höhe den Nusplinger Plattenkalken entsprechen, in ihrer Fazies den Übergang zwischen diesen und den dickbankigen Kalken bilden; den südlichsten Ausläufer echter Nusplinger Fazies stellen die „Kolbinger Platten" dar (Brüche westlich von Renquishausen).

Vorn (S. 37) konnte gezeigt werden, daß der untere Teil des „Horizontes V", d. h. also auch der untere Teil des Bruchs, wenn nicht sogar der ganze Bruch noch zur Siliceuszone zu stellen ist, und wenn nun das Einsetzen der dickeren, „normalen" Bankkalke über den dünngebankten Vertretern der Plattenkalke auch die 10 km weiter nördlich bei Nusplingen selbst erfolgte, so wäre die Plattenkalkbildung am Ende der Siliceuszone schon erloschen gewesen. Vielleicht finden sich bei der genauen Durchforschung der zwischen den einzelnen Brüchen liegenden Gebiete Anhaltspunkte zur — negativen oder positiven — Beantwortung der Frage. Daß aber die Plattenkalkbildung allerspätestens mit dem Beginn der Zementmergelzeit erloschen war, darf als sicher gelten.

IV. Die zoogene Fazies samt ihrem Verhältnis zur geschichteten

1. Einleitung

Bis zu den Zementmergeln hinauf liegt die geschichtete Fazies zwischen ungeschichteten Sedimenten. Diese, als „Massenkalk" zusammengefaßt, treten uns in hauptsächlich vier großen Gruppen entgegen: als Zuckerkorn, Dolomit, dichter Felsenkalk (Berckhemer 1919 führt mit gutem Grund diesen Ausdruck für den bisher üblichen „Marmor" ein) und Kryptoolith Berckh. Die Art der Entstehung im einzelnen ist in vielen Fällen noch ungeklärt.

Berckhemer hat sich in einer größeren (1919) und mehreren kleineren Arbeiten (1913, 1922 b, 1923, 1924) ausführlich und in übersichtlicher Weise mit den Massenkalken befaßt, gestützt auf ein reiches Schliffmaterial. Es liegt nicht im Rahmen dieser Arbeit, ebenso gründlich auf das Problem ihrer Entstehung und ihrer Faziesmannigfaltigkeit einzugehen, es sollen nur einige Beobachtungen mitgeteilt werden, die ich bei der Kartierung habe machen können und die vielleicht einem künftigen Bearbeiter für den Anfang nützlich sein können. Ich möchte den Massenkalk im Gegensatz zu den bisherigen Autoren nicht aus sich selbst heraus betrachten, sondern versuchen, ihn gewissermaßen von außen her zu sehen, als Fremdkörper innerhalb der geschichteten Fazies, trotz seiner Mannigfaltigkeit als Einheit zusammengefaßt.

Ein sehr großer Unterschied des Massenkalks gegenüber den zoogenen Kalken tieferer Malmzonen besteht darin, daß er sehr tonarm ist. Analysen von Birnbaum (in Zittel & Vogelgesang 1867, S. 26), von Wolff (1877) und von Leube (zit. von Berckhemer 1919, S. 35/36) zeigen dies. Vor allem ist der wenige Ton nicht zu Mergelschmitzen angereichert, sondern gleichmäßig im Kalk verteilt. Dieser Umstand trägt in sehr wesentlichem Maß die Schuld daran, daß die richtige Deutung des Massenkalks so großen Schwierigkeiten begegnet, denn der Kalk verbackt alle organischen Bestandteile fest miteinander und ist ihnen selbst chemisch gleich, so daß alle diagenetischen Veränderungen beide Teile einheitlich betreffen, also verwischend wirken können. Sitzt jedoch Mergel zwischen den Organismen, so bleiben diese jederzeit als solche erkennbar. Nun bestehen nachgewiesenermaßen sämtliche zoogenen Bildungen bis zum Malm ζ hinauf aus Schwämmen und es ist schon aus diesem Grund das Wahrscheinlichste, daß auch im Massenkalk ein Gerüst von Schwämmen vorhanden ist, zumal ja die Grenze zwischen dem „Schwamm-ð" und dem „ε" durchaus unscharf ist.

Ein Rückblick auf den Unteren und Mittleren Malm soll zeigen, unter welchen Bedingungen Schwämme am besten gedeihen können.

In den unteren Stufen des Malm hält sich die Verschwammung noch in bescheidenen Grenzen, weite Gebiete sind von ihr überhaupt nicht erfaßt. E. Fischer (1913, S. 54/56) konnte den schönen Nachweis führen, daß im mergelig-tonigen α nur wenige Stellen mit geringer Sedimentzufuhr besiedlungsfähig waren (Lochen, Mühlheim a. D., Immendingen usw.). Ja, am Lochengründle bekommt man fast den Eindruck, als ob das Schwammwachstum stellenweise den Rhythmus Kalk—Mergel der normalen Sedimentation mitgemacht hätte, als ob es hauptsächlich auf die Zeiten von Kalkbildung beschränkt gewesen sei, während die Mergellagen dazwischen ziemlich rein geblieben sind.

Malm β ist überwiegend kalkig, die Schwämme gedeihen üppig und lokal entstehen schon kräftige Reliefunterschiede, wie E. Fischer gezeigt hat. Krumbeck (1928, S. 440/41) machte bestätigende Beobachtungen in den Werkkalken des fränkischen Jura.

Malm γ wird wieder stärker tonig und bedingt deshalb ein Zurücktreten der Schwämme. Das schwache Weiterwachsen bleibt nach der Fischer'schen Darstellung und zerstreuten Angaben in der Literatur auf die Stotzen der β-Zeit beschränkt, während die normale Sedimentation wieder an Raum gewinnt und nicht selten über β-Riffe weggeht. Das Relief des Meeresbodens wird wieder ausgeglichener.

Im stärker kalkhaltigen Ober-γ und erst recht im vorwiegend kalkigen δ setzt nun allenthalben im schwäbischen Jura eine erneute, kräftige Schwammwucherung ein: der Massenkalk.

Natürlich ist Zurücktreten klastischer Bestandteile im Sediment nicht das einzige, aber doch ein sehr wesentliches Moment. Diese Erfahrung aus dem Unteren und Mittlerem Malm bestätigt sich im Oberen vorzüglich; auf den unten schon tonarmen und nach oben immer ärmer werdenden (Haizmann, 1902, S. 528) Quaderkalk samt seinem zeitlichen Äquivalent, dem fast reinen Linsenkalk, folgt bis zur Setatuszone einschließlich ein mindestens 30 m mächtiges Paket gebankter Kalke, die ebenfalls sehr wenig bis gar keinen Ton enthalten. Das mußte eine ideale Zeit für die Schwämme sein, wir verstehen ihre rapide Ausbreitung und ihr großes Höhenwachstum.

2. Der δ-Schwammkalk

Mit Schmierer (1915) und Grünvogel (1914) nehme ich an, daß der überwiegende Teil des Massenkalks durch Diagenese aus Schwammkalk hervorging, und mit ihnen konnte ich auch im Lauchertgebiet die Beobachtung machen, daß Schwammkalke hoch etwa über Dolomit und Zuckerkorn auftreten können, daß also ein zeitliches Nacheinander und genetische Verschiedenheit zwischen beide nicht hineinkonstruiert werden kann. Ich habe deshalb wie die beiden Autoren die zoogene Fazies des Oberen Malm zu einer Einheit zusammengenommen (S. 12/13).

Eine rohe Unterteilung kann aber doch durchgeführt werden; ich habe sie nur vorn nicht berücksichtigt, weil sie ungenau und deshalb kaum durchgängig anwendbar ist.

Wir können im Malm β beobachten, daß sich der Mergel, der die einzelnen Kalkbänke der geschichteten Fazies voneinander trennt, in kleinen Schmitzen auch in der zoogenen Fazies bemerkbar macht, daß die Hohlräume zwischen den Schwämmen mit dem anorganischen Sediment ausgefüllt wurden, das sich gerade absetzte: bald mit Mergel, bald mit Kalk.

Daraus darf geschlossen werden, daß dies auch im Oberen Malm der Fall war und daß sich zoogene Fazies, die Mergelschmitzen enthält, nicht in der Zeit von den Übergangsschichten bis zur Setatuszone gebildet hat, also zur Pseudomutabiliszone gehört, wenn sie unter, zu den Ulmensisschichten oder zu den Zementmergeln, wenn sie über mächtigem, mergelfreiem Massenkalk liegt.

Es ist aber zu betonen, daß sich die Obergrenze von ∂ in der zoogenen Fazies auf diese Weise n i c h t fassen läßt, denn die Führung von Mergellagen hört ja in der geschichteten Fazies schon lange vor der obersten *Rasenia* auf; die zoogene Fazies dieser Zeit läßt sich deshalb von jüngerem Massenkalk petrographisch nicht unterscheiden.

Dieser Schluß darf nicht in umgekehrter Richtung gezogen werden: ein kleiner Fleck eines mergelfreien Gesteins beweist noch nicht, daß während der Zeit seiner Entstehung überhaupt nirgends Mergel sedimentiert wurde. Wenn natürlich der Massenkalk auf große Strecken mergelfrei ist, darf dies angenommen und als Beweis für anderes Alter benützt werden.

Diese theoretische Ableitung wird dadurch als berechtigt erwiesen, daß sich Mergelschmitzen im Massenkalk im Lauchertgebiet nur in dessen unteren und allerobersten Teilen fanden. Zunächst sollen uns nur die unteren beschäftigen. Wir treffen sie nur im Laucherttal zwischen Gammertingen und Veringenstadt, an beiden Enden des Verbreitungsgebiets durch Verwerfungen gegen höhere Schichten gelegt. Ferner findet sich noch ein kleiner Fleck im Ort Neufra am Ortsausgang gegen Freudenweiler.

Am rechten Lauchertufer zwischen Hermentingen und Veringenstadt ist mehrmals aufgeschlossen, daß Mergel in kleinen und spärlichen Schmitzen zwischen allen möglichen Fazies von echtem „ε“ (im Schmierer'schen Sinn) eingeschaltet sind. Daneben tritt aber in Neufra und im Laucherttal stellenweise eine auch sonst noch charakteristische Fazies auf, die ich als ∂-Schwammkalk bezeichnen möchte. Gute Aufschlüsse darin sind südlich von Gammertingen rechts und links der Lauchert beim Straßen-km 56, und der Eisenbahnanschnitt am Ramstein bei Hermentingen.

Der ganze Habitus ist dem der Schwammkalke tieferer Malmstufen sehr ähnlich. Der Kalk ist im allgemeinen ziemlich hart, eigentümlich fahlgraugrün gefärbt, er zerfällt grusig in sehr kleine Scherbchen mit glatter oder eckiger Oberfläche. Mergelschmitzen sind regellos, aber zahlreich verteilt. Auffallend ist der meist außerordentliche Fossilreichtum. Nicht nur eine Unmasse wohlerhaltener Schwämme der verschiedensten Form finden sich, sondern auch in großer Zahl Crinoiden, Seeigel, Brachiopoden, Serpeln, Muscheln, Prosoponiden. Nicht selten kommen auch Ammoniten vor; neben unbestimmbaren Haploceraten und einem *Laevaptychus* sp. konnte ich bei Hermentingen

Rasenia pseudomutabilis de Lor.

und südlich von Gammertingen eine flexuose Oppelie von unbezweifelbarem ∂-Charakter finden. Dadurch ist die Zugehörigkeit zur Pseudomutabiliszone nachgewiesen.

Daß die Sedimentation nicht ruhig verlief, zeigen kleine Schuttbänkchen und -linsen mit feinkörnigen Komponenten, die überall zu finden sind. Dasselbe ist ja auch aus dem Habitus der Quaderkalke zu schließen. Bei der Eisenbahnüberführung 2 km südlich von Gammertingen, wo der ∂-Schwammkalk im Hangenden der Verwerfung liegt, ist eine infolge einer kleinen Nebenstörung zweimal auftretende dicke Schuttbank besonders schön erschlossen, in der in mergeligem Bindemittel kleine und wenige große Schuttstückchen dick gepackt liegen. Auch Schuttbänke mit kalkigem Bindemittel treten auf und ähneln dann sehr schuttreichen Teilen der Quaderkalke.

Ob dieser δ-Schwammkalk mit der Gesamtheit der Grünvogel'schen (1914, (S. 26 ff.) Schwammfelsen identisch ist, weiß ich nicht, da Grünvogel keine genaue Beschreibung gibt und Mergelschmitzenführung nicht erwähnt; doch ist es sicher weitgehend der Fall, wie einige Stichproben ergaben (z. B. in der Gegend des Hangenden Steins).

Ob sich eine petrographische Unterscheidung der δ-Schwammkalke gegen solche aus Ober-γ durchführen läßt, konnte ich im Lauchertgebiet nicht feststellen, da kein γ mehr ausstreicht. Haizmann (1902, S. 532/33) wollte bei Honau γ- und δ-Stotzen eben nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Ton und Mergel trennen. Daß das wohl nicht angängig ist, ist durch den Fund der *Rasenia pseudomutabilis* de Lor. bei Hermentingen erwiesen.

3. Das Altersverhältnis der zoogenen und geschichteten Fazies

Wenn für den δ-Schwammkalk und den übrigen mergelführenden Teil des Massenkalks die Zugehörigkeit zur Pseudomutabiliszone sichergestellt und wohl auch noch nie bestritten worden ist, daß er jünger ist, stehen sich, was das Alter des übrigen Massenkalks betrifft, zwei Meinungen noch schroff gegenüber. Es handelt sich darum, ob er gleich alt oder älter ist als das „ζ", wobei unter dem „ζ" sämtlicher Autoren Teile der Setatuszone, dann hauptsächlich Ulmensisschichten, Zementmergel und Hangende Bankkalke zu verstehen sind. Kurz seien die bisher geäußerten Ansichten wiedergegeben:

Engel (1893, 1908) hält mehr gefühlsmäßig die beiden Fazies für gleichaltrig, denn er betrachtet die bloße Tatsache der muldenförmigen Lagerung als — fast einzigen — Beweis. Er scheint auch an die wenigen Stellen zu denken, an denen fazielle und faunistische Übergänge zwischen „ε" und „ζ", wenn auch nur in Form von Schuttfall, gut beobachtet werden können (z. B. 1893, S. XXXIV/XXXV). Aber diese wenigen Stellen sind Ausnahmen, an denen die Spitzen der Massenkalke tatsächlich gleich alt mit dem „ζ" sind, sich dafür aber auch in krasser Weise vom Gros der übrigen Massenkalke unterscheiden.

Schmierer hält mit Quenstedt die geschichtete Fazies für jünger als die massige, nur die Korallenkalke der Ulmer Gegend sollen sich noch zur Zetazeit gebildet haben, eine Anschauung, die Berckhemer (1922, 1929) durch paläontologische und stratigraphische Beobachtungen bestätigen konnte. Als Beweis für die Ungleichaltrigkeit führt Schmierer vor allem an, daß bei Aufschlüssen der Grenze „ε/ζ" nie ein Übergang zwischen beiden zu beobachten ist, daß z. B. auch die Breccienbänke am Massenkalk deutlich abstoßen. Weiter wird ja „ε" mit δ vereinigt, und da „ζ" nachweisbar jünger ist als δ, dieses eo ipso auch als jünger als „ε" angesehen.

Walther (1904, S. 140) schließt in der Kelheimer Gegend wie Engel rein auf Grund der muldenförmigen Lagerungsverhältnisse, daß die Plattenkalke dort zum Teil gleichaltrig mit den ungeschichteten Kalken und Dolomiten sind.

Berckhemer (1924, S. 27) hält die „ζ-Plattenkalke" für jünger als den Massenkalk.

Schneid (1914/15) endlich gibt für den Frankenjura eine Erklärung durch Tektonik: die geschichtete Fazies lagert durchweg über dem Massenkalk, ist also jünger und nur durch Verwerfungen neben ihn gelegt.

Die Anschauungen Schneid's lassen sich nicht auf die Verhältnisse im Lauchertgebiet übertragen. Ich konnte — wie Berckhemer (1924, S. 27) bei Heidenheim — feststellen, daß „ζ" „lappenförmig in die Vertiefungen zwischen die Massenkalke ein-

dringt und sich rund um ihre Erhebungen herumlegt". Man müßte eine Unzahl von Verwerfungen annehmen, ganz abgesehen davon, daß die Hangenden Bankkalke ja über den Massenkalken liegen und im Falle von Störungen also die Ausfüllung der Mulden bilden müßten. Der prinzipiell gleiche Bauplan aller Mulden und das häufige Vorkommen kleinster geschichteter Fleckchen zwischen dem Massenkalk bezeugen, daß Tektonik nicht im Spiel ist, für das Problem des Altersverhältnisses also eine andere Lösung gesucht werden muß.

Gegen eine völlige Gleichaltrigkeit sprechen schon von vornherein verschiedene Gründe:

Es wäre nach dem über den δ-Schwammkalk Gesagten wahrscheinlich, daß sich die von den Ulmensisschichten ab nicht mehr aussetzende Mergellagenführung auch in der zoogenen Fazies ausgewirkt hätte. Darauf hat ja Quenstedt (1887/88, S. 1087) schon hingewiesen und Berckhemer (1924, S. 25) schreibt damit übereinstimmend: „Daß die Zementmergel eine mit den Felsenkalken gleichzeitige Bildung darstellen würden, erscheint wenig wahrscheinlich, denn es ist kaum denkbar, daß aus demselben Meer nebeneinander reiner Kalkschlamm und das stark tonige Material der Zementmergel zur Ablagerung hätte kommen können."

Grünvogel (1914, S. 63), Berckhemer (1919, S. 63) und Hennig (1923, S. 212) haben zwar darauf aufmerksam gemacht, daß Abstoßen geschichteter Sedimente an ungeschichteten nicht besagen muß, daß die Gesamtheit der ungeschichteten älter ist; aber ein gewisser Altersgegensatz wird dadurch sicher angezeigt.

Daß mindestens einzelne Teile des Massenkalks schon sehr früh hoch empor gewachsen waren, ist daraus ersichtlich, daß dem Massenkalk deutlich aufsitzende Bildungen als gleichaltrig mit den Ulmensisschichten: Nattheim (Berckhemer, 1922) Arnegg (Berckhemer, 1929) bzw. den Zementmergeln: Nollhofschichten (s. u.) erkannt werden können.

Bei gleichzeitiger Bildung wäre die scharfe Faziesgrenze nicht zu verstehen. Die Skizze E. Fischer's (1913, S. 55) macht anschaulich, in welchem faziellen Verhältnis zoogene und geschichtete, gleichaltrige Sedimente zu einander stehen, wie allenthalben bis weit von den Riffen und Schwammbänken weg in der geschichteten Fazies einzelne „Kolonien" Fuß fassen. Nach derartigem suchen wir im „ζ" weithin vergebens.

Alle diese Argumente machen zwar etwas wahrscheinlich, aber sie ermöglichen keine positive Aussage. Exakt ist nur die paläontologische Methode, und ich war deshalb sehr erfreut, daß ich bei der Kartierung verschiedene Ammonitenfunde machen konnte.

Der Ebinger Berg nordwestlich vom Freudenweiler besteht in seinem unteren Teil aus Zuckerkorn und Dolomit, denen eine Kappe aus stellenweise schwammführendem Felsenkalk aufgesetzt ist. Seine Spitze ist 872,2 m hoch. Er wird halbkreisförmig von Bankkalken der — wie es scheint, unteren — Siliceuszone umgeben, die bei 840 m dem Massenkalk angelagert sind. Die Mächtigkeit der Ulmensisschichten zu 35 m, die der Zementmergel zu 25 m gerechnet, kommen wir zu dem Schluß, daß seine Spitze allerhöchstens 20—25 m unter der oberen Grenze der Massenkalke liegt. Im Felsenkalk konnte ich nun, etwa 10 m unter dem Gipfel, eine kleine Fauna finden mit

Oppelia sp.
Sutneria subeumela Schn. häufig

Physodoceras hermanni Berckh.
Physodoceras sp., einige Exemplare einer Form, die noch nicht benannt, aber nach den bisherigen Erfahrungen auf die Subeumelazone beschränkt ist.
Lamellaptychus sp.
Muscheln und Brachiopoden, darunter:
Placunopsis tatrica Zittel.

Die Ammoniten gehören also der Zone mit *Sutneria subeumela* Schn. an.

Aus dem Felsen über P. 713 westlich der Ziegelhütte Neufra bekam ich ganz oben, etwa 45 m über der Grenze Setatus/Siliceuszone in der nebenliegenden Mulde

Perisphinctes uracensis Berckh.
Haploceras pseudocarachtheïs Favre,

also für die Setatuszone charakteristische Ammoniten.

Ein Fels südlich der Weihenbrunnerhalde südwestlich von Jungnau lieferte, 20 m unter der Obergrenze der Massenkalke, also hier mindestens 30 m über der Unterkante der Zementmergel

Oppelia wepferi Berckh.
Haploceras lens Berckh.
Haploceras sp.,

verschiedene, artlich nicht genau bestimmbare Formen, die aber in ihrer Gesamtheit nach der freundlichen Bestimmung durch Herrn Dr. Berckhemer sicher das Vorliegen von Setatuszone beweisen. Dazu

Polyscyphus cf. *punctatus* Qu.
Chlamys subtextoria (Mü.) Gf.

Stammten diese Ammoniten aus dem Massenkalk selbst, so sammelte ich andere aus geschichteten Ablagerungen, die als gering ausgedehnte und wenig mächtige Ausfüllungen von kleinen Unregelmäßigkeiten in der Oberfläche des fertig gewachsenen Massenkalks aufzufassen sind.

Die schönsten Beispiele dieser Art sind bei der Ziegelhütte Neufra. Nordwestlich von ihr, östlich von P. 783,1 liegt, rings von Zuckerkorn umgeben und sicher auch von ihm unterlagert, ein kleiner Fleck schlecht plattig spaltbaren, dunkelgraubraunen, äußerst harten, ziemlich kristallinen Kalks, der, abgesehen von der reichlichen Führung kleinster Schuttstückchen, dem Gestein der tieferen (muldenrandnahen) Bänke des Profils der Setatuszone bei der Ziegelhütte (Nr. 2, S. 25) sehr ähnlich ist und auch kleine Rostflecken aufweist. Die Fossilführung erwies sich mit

vielen Brachiopoden
Velopecten velatus Gf.
kleinen, scharfrippigen Limen
Perisphinctes comatus Schn.
Oppelia wepferi Berckh.
Ochetoceras cf. *radiatum* Berckh.
Haploceras lens Berckh.
Haploceras pseudocarachtheïs Favre
Haploceras subelimatum Font.
Physodoceras ovatum Berckh.
Waagenia beckeri Neum.

als reich, wenn auch die Fossilien aus dem harten und zähen Gestein schwierig zu gewinnen sind und aus Lesesteinen gesucht werden müssen, da kein Aufschluß vorhanden ist. Daß es sich um die Setatuszone handelt, kann nicht zweifelhaft sein. Nun liegt die Stelle aber 770—775 m hoch, 60 m über der Grenze Setatus/Siliceuszone in der südlich davon gelegenen Mulde (10 m mögen abgezogen werden, weil nicht genau im Streichen gemessen ist und ein starkes Fallen gegen Südosten angenommen werden muß), also ebenfalls wieder nahe der oberen Grenze der Massenkalke. Daß keine Störung zwischen den beiden Vergleichspunkten durchgeht, ist nach den Ergebnissen der Kartierung sicher, zumal auch die bis nahe zum oberen Vorkommen herauf erhaltenen Ulmensisschichten mit deutlichen Grenzbildungen an das Zuckerkorn angelagert sind.

Ganz analoge Verhältnisse treffen wir auf dem Großhohen südöstlich vom Freudenweiler, allerdings auch hier ohne Aufschluß. Während an der Landstraße Freudenweiler—Neufra beim Schnitt mit der Isohypse 800 kleine Gruben in der Siliceuszone (wohl unterer Teil) liegen, fand ich auf dem Großhohen bei 845 bis 850 m in dem vorhin beschriebenen ähnlichem Gestein

Perisphinctes comatus Schn.
Perisphinctes supinus Schn.
Perisphinctes setatus Schn.
Oxyoppelia pseudopolitula Berckh.,

auch hier in einem kleinen, rings von Zuckerkorn und Felsenkalk umgebenen Fleck, wobei die Grenze gegen den Felsenkalk etwas unscharf ist. Da ein starkes Südostfallen herrscht — liegt doch 1 km östlich davon die Grenze Ulmensisschichten/Zementmergel bei 750 m! — ist der wahre Vertikalabstand der beiden Vorkommen noch bedeutend größer, so daß auf dem Großhohen das höchste Niveau der Massenkalke annähernd erreicht sein dürfte. Verwerfungen kommen auch hier, wie die Karte zeigt, nicht in Betracht. Das Mitvorkommen von *Oxyoppelia pseudopolitula* Berckh. beweist, daß sehr tiefe Setatuszone vorliegt.

Eine dritte derartige, durch Fossilien belegte Stelle liegt an der Bahnlinie Hanferthal—Bingen, wo zwischen dem Massenkalk der südöstlichen Begrenzung des Weitenrieds eine kleine Einlagerung geschichteter Kalke leider infolge Verstürzung nicht gut erschlossen ist. Herr Dr. Berckhemer fand dort:

Perisphinctes setatus Schn.
Oxyoppelia cf. *pseudopolitula* Berckh.
Haploceras sp.

Die Stelle mag 20—30 m unter den Hangenden Bankkalken liegen; also hoch über der Unterkante der Zementmergel.

An der Donautalstraße Laiz—Gutenstein stehen beim km 83 zwischen Massenkalk einige Bänke an mit *Opis, Placunopsis,* scharfrippigen Limen, *Lima pratzi* Böhm, die ich ihrer petrographischen Beschaffenheit wegen ebenfalls zur Setatuszone stellen möchte, obwohl ich keine dies rechtfertigende Ammoniten gefunden habe.

Es darf demnach angenommen werden, daß die Massenkalkbildung zur Subeumelazeit noch kräftig im Gang, aber schon weit vorgeschritten war, daß auch in der Setatuszone noch ein wenig Massenkalk gebildet wurde, im wesentlichen der Wachstumsvorgang aber abgeschlossen war.

Kurz ist noch zu besprechen, ob die Art der Beweisführung auch wirklich stichhaltig ist, denn E. Fischer (1913, S. 47) möchte annehmen, daß im Schwammgebiet die Ammoniten infolge größerer Stabilität der Lebensbedingungen eine längere geologische Lebensdauer gehabt hätten als sonst, also als Zonenfossilien in diesem Fall nicht zu gebrauchen sind. Ich kann daran nicht glauben, denn die Ammoniten mit ihren vielen an enge Zonen streng gebundenen Formen stellen sich in großen Gegensatz zu den echten „Faziesfossilien" der Schwammfazies wie Schwämmen, Brachiopoden, Seeigeln, verschiedenen Muscheln, die eine ungleich längere Lebensdauer haben; die Ammoniten sind keine solchen Faziesfossilien, das zeigen sie schon dadurch, daß sie häufig in beiden Fazies auftreten, während das Gros der regulären Seeigel, der Brachiopoden usw. auf die Schwammfazies beschränkt ist. Außerdem müßte eine Zonenvermischung eintreten, denn hätte eine Form aus Zone a zur Zeit der Ablagerung von Zone b noch gelebt, so müßten Ammoniten aus a und b zusammen gefunden werden. Das wurde aber auch von Fischer nicht beobachtet. Und was die von Fischer angeführte Steige Nusplingen—Heidenstadt anbetrifft, so vermutet Herr Dr. Aldinger nach seiner freundlichen Mitteilung dort die Fortsetzung einer auf der andern Talseite einwandfrei festgestellten Verwerfung (cf. Berckhemer 1929, S. 191). Dieses wichtigste Argument Fischer's darf also nicht benützt werden.

4. Anzeichen der inneren Struktur des Massenkalks

In der Zeit der Setatuszone müssen wir mit Höhenunterschieden des Meeresbodens von 60—70 m rechnen, in der Sigmaringer Gegend mögen sie sogar bis 100 m betragen haben.

Diese Werte sind nicht so ungewöhnlich hoch, wie sie zunächst erscheinen mögen, denn vergleichen wir die Mächtigkeit des Massenkalks mit der der geschichteten Fazies, während deren Ablagerung er emporgewachsen ist — von den Quaderkalken bis zur Setatuszone — so kommen wir zu einem Verhältnis von nur ungefähr 2 : 1.

Es fragt sich nun, wie dieses Höherwachsen erfolgt ist, welche innere Struktur der Massenkalk besitzt.

Im Schwamm-ẟ-aufschluß am Ramstein-Hermentingen sind einige ziemlich geneigte Schichtfugen ausgebildet, und in ähnlicher Weise, nur oft in größerem Ausmaß, zeigt sich diese Erscheinung an Massenkalkfelsen, z. B. bei den Rappenfelsen im Laucherttal nordnordöstlich vom Bahnhof Hanferthal oder den Felsen über dem Bahnhof Inzigkofen. Es legten sich hier um zentrale Erhebungen immer neue Schichten an, nach den Seiten mantelförmig abfallend. Daß es sich dabei nicht um Übergußschichtung handelt, sondern um neue Sedimentation, deren Material nicht vorwiegend aus der Umlagerung schon abgesetzter Sedimente stammt, ist offensichtlich.

Der große Bruch der Reichsbahn bei Oberschmeien schließt in seinem östlichen Teil in wohl 15 m hoher Wand einen ungeschichteten, hellgelbweißen, äußerst harten Massenkalk auf, der zahlreiche Schwämme enthält, deren Anschnitte das Gestein kreuz und quer durchziehen; auch Klumpen großwüchsiger Foraminiferen sind häufig. Da in der Nähe *Rascnia eudoxa* d'Orb. in geschichteter Fazies höher vorkommt, ist sein Alter sicher als ẟ bestimmt. Der Fazies nach könnte er auch ebensogut ganz oben liegen. Nach Westen der Bahn entlang ist nun unter dem Kalk des Bruchs ein in der Dicke leicht wechselndes, im Durchschnitt etwas über einen Meter mächtiges Mergelband aufgeschlossen, dessen Liegendes aus wieder demselben tonarmen Kalk

besteht. Der Mergel ist mit wohlerhaltenen Schwämmen erfüllt, seine wahre Mächtigkeit dürfte 20 cm nicht überschreiten. Wie in den Quaderkalken selten einzelne dicke Mergellagen zwischen den tonarmen Bänken auftreten, so ist auch hier im Bereich der zoogenen Fazies einmal ausnahmsweise eine solche als zusammenhängende Schicht abgesetzt und damit infolge des petrographischen Unterschieds gegen Liegendes und Hangendes ein bestimmtes Stadium des Wachstums gewissermaßen als Momentaufnahme festgehalten worden, und es ist nun interessant, daß diese Mergelschicht keineswegs eben verläuft, sondern mit einer Höhendifferenz von bis zu 10 m wellig auf- und abgebogen ist; im ganzen senkt sie sich gegen Osten. Am südlichen Ortsausgang von Oberschmeien ist in einem Felsen eine ähnliche, nur weniger mächtige Mergellage zu sehen.

Derartige direkte Einblicke in die Struktur des Massenkalks sind selten genug, im allgemeinen ist nur eine regellose, gelegentlich eine tektonisch bedingte Klüftung zu bemerken. Denn bei der eintönig kalkigen Sedimentation während der hauptsächlichsten Wachstumszeit konnten sich durchgehende Bankungsfugen kaum bilden, sind sie ja überhaupt in organischen Bildungen von vornherein nur unter glücklichen Umständen zu erwarten.

Andere direkte Wege zur Ermittlung der Art des Aufbaus des Massenkalks stehen ebenfalls nicht offen: Brauchbare Fossilien fehlen fast ganz und petrographische Methoden versagen, abgesehen von der Ausscheidung des Schwamm-δ, erst recht.

Wir müssen einen indirekten Weg suchen. Es sollen die äußeren Umrisse der ungeschichteten Fazies betrachtet werden.

5. Die äußeren Umrisse der Massenkalkstöcke

Beim räumlichen Verhältnis der ungeschichteten Fazies zur geschichteten sind zwei Phasen zu unterscheiden: eine progressive und eine regressive.

Über die Art der Einengung der geschichteten Fazies im Verlauf des δ konnte ich im Lauchertgebiet keine Beobachtungen machen. Nach Grünvogel's Darstellung (1914, S. 26, 28) und Karte) setzt die massige Fazies im Verlauf des δ in sehr verschiedener Höhe ein, steil verlaufende Grenzen zwischen ihr und der geschichteten kommen dabei nicht vor, die zoogene Fazies breitete sich vielmehr immer weiter aus, wenn sie einmal Fuß gefaßt hatte. In der Höhe der Subeumela- und Unteren Setatuszone hat ihre horizontale Ausdehnung das Maximum erreicht. An verschwindend wenigen und eng begrenzten Stellen nur konnten geschichtete Sedimente gebildet werden (s. S. 21), deren petrographische Ausbildung aber sehr unruhig und wechselvoll ist. Es ist dies die einzige Periode im ganzen Malm, in der es nach den bisherigen Kenntnissen eigentlich keine reine „Normalfazies" gibt.

Die jetzt fast lückenlos zusammenhängende Massenkalkdecke ist aber an vielen Stellen verhältnismäßig dünn, wenn nämlich die Setatuszone schon wieder geschichtet entwickelt ist. Kaum daß sie sich notdürftig geschlossen hat, beginnt schon die regressive Phase. Die Decke wird wieder zerrissen, von neuem treten häufig geschichtete Sedimente (Setatuszone) auf, die in rings geschlossenen Hohlformen zwischen den Massenkalk eingebettet liegen. Es ist dies die bekannte und viel diskutierte muldenförmige Einlagerung des

Malm ζ in Malm ε, das Gegenstück zu den Verhältnissen im Unteren Malm, wo sich im allgemeinen nur einzelne Schwammstotzen über den Meeresboden erhoben. Zunächst engbegrenzt, weiten sich diese Mulden gegen oben, so daß das Flächenverhältnis ungeschichtete : geschichtete Fazies (Zementmergel) zum Schluß ungefähr wie 1 : 1 sein mag.

Im Gegensatz zur progressiven konnte diese regressive Phase im Lauchertgebiet gut untersucht werden. Wenn von der für die Deutung der Genese unwichtigen ebenen Oberfläche des Massenkalks zunächst abgesehen werden darf, interessieren hauptsächlich die Werte für die Böschungswinkel der Mulden.

Stellen, an denen in einem durch Zertalung entstandenen Querschnitt durch eine Mulde die geschichtete Fazies bei gleichzeitig sichtbarer Massenkalkunterlage überall noch erhalten ist, sind nicht gerade häufig. Ein ideal schönes Beispiel bieten das Neckental und ein kleines Tal südlich vom Schmalzberg, beide südöstlich von Gammertingen (s. Karte auf Tafel 7). Die drei isolierten Flecke geschichteter Fazies (Setatuszone und Ulmensisschichten) gehören einer zusammenhängenden Mulde an, deren Basis etwa bei 685 m liegt und durchweg aus Zuckerkorn und Dolomit besteht. Der Muldenrand wird von den Höhen Loh, Blaizen, Burren, P. 755,7, Behalde gebildet. Von der 660 m hohen Erosionsbasis der Lauchert aus sind nun die beiden Täler radial vom Innern der Mulde aus gegen den Rand vorgetrieben worden, ihre Hänge bestehen deshalb im unteren Teil aus Massenkalk, im oberen aus Bankkalken. Der Fallwinkel der Liegendfläche gibt den Böschungswinkel des Massenkalks an. Dieser beträgt hier durchweg 11—13°.

Am Hang nordwestlich der Ziegelhütte Neufra sowie östlich von P. 718 lassen sich dieselben Werte ablesen, am Westrand der Mulde von Jungnau ein Winkel von 14,5°.

Die Berechnung ist jedoch auch dann möglich, wenn die geschichtete Fazies am Hang nicht mehr erhalten ist. Zunächst seien einige Werte zusammengestellt, welche senkrecht zu den Isohypsen gemessen, den Neigungswinkel einer Linie angeben, die den Gipfel eines neben einer Stelle mit geschichteter Fazies aufragenden Massenkalkberges von noch erhaltener ursprünglicher Höhe (eine Entscheidung darüber ist in den meisten Fällen möglich, s. u.) mit dem ihr am nächsten gelegenen Punkt der Grenze geschichtete Fazies/Massenkalk verbindet.

13,5°	Abhang des Ebinger Bergs beim Freudenweiler
13—14,5°	Hang nördlich vom Freudenweiler
15,0°	Südhang des Greutle nördlich von Oberschmeien
14,0°	Hang nordwestlich von Etterfeld/Oberschmeien
19,5°	Osthang des Stockert südwestlich von Veringendorf
17,5°	Nordwesthang des Brenzkoferbergs bei Sigmaringen
17,5°	Südhang des Wittbergs bei Sigmaringen.

Diese Werte sind ganz sicher Minimalwerte, denn ist ein Muldenrand in einem bestimmten Winkel abgeböscht und werden die geschichteten Sedimente ausgeräumt, so kann der Neigungswinkel der Massenkalkunterlage durch Erosion zwar lokal sekundär auf Kosten anderer Teile vergrößert werden, aber der Hang als Ganzes kann nur einen flacheren, keinen steileren Winkel erhalten. Wir dürfen aber annehmen, daß die Werte sogar die wirklichen

Verhältnisse wiedergeben, obwohl es ja an sich denkbar wäre, daß die heutigen Neigungswinkel tatsächlich rein erosiv aus ursprünglich viel steileren hervorgegangen sind. Dafür spricht die große Regelmäßigkeit und Gleichheit der Zahlen, die Übereinstimmung mit denen, die sich an den Stellen mit noch erhaltener geschichteter Fazies ergaben, schließlich die Tatsache, daß sich gar nirgends eine Ausnahme findet, denn die Liste könnte beliebig verlängert werden, auf der Karte finden sich weitere Beispiele in Menge.

Die Erosion hat also gerade nur die weicheren geschichteten Sedimente ausgeräumt, den Massenkalk aber unberührt gelassen. So ist auch an den oben genannten Stellen von Gammertingen, Neufra und Jungnau zwar ein großer Teil, aber nicht das ganze Profil der geschichteten Fazies erhalten, und es ist deutlich erkennbar, daß die ausschließlich aus Massenkalk bestehenden Hänge über dem höchsten erhaltenen Bankkalk oder Mergel im selben Grad abgeböscht sind wie die tieferen — vor der Erosion geschützten — Teile. Als Beispiel diene der Hang (Waldteil 5) des Blaizen östlich Gammertingen. Auf Taf. 3, Fig. 7 ist ein derartiger flacher Muldenrand abgebildet.

Die niederen Werte sind noch viel auffallender, wenn sie solchen gegenübergestellt werden, die an Hängen mitten durch Massenkalkkomplexe verlaufender Täler gemessen werden: Bis 100 m hohe, fast senkrecht abstürzende Felsen sind keine Seltenheit und ebenso hohe, 40—50° geneigte Hänge sind häufig. Dies ist aber ausschließlich durch die große Härte der Massenkalke im Verein mit einer sehr jungen und kräftigen Tiefenerosion bedingt, hat aber bisher dazu verführt, aus der heutigen morphologischen Erscheinungsweise auf die geologische zu schließen, wie die mehr oder weniger steilen Massenkalknadeln der bisher veröffentlichten Skizzen dies kundtun. Diese Vorstellung kann nicht aufrecht erhalten werden, der Massenkalk besitzt vielmehr sanft — 11 bis 20° — geneigte Hänge.

Äußerst instruktiv sind solche Stellen, an denen ein Tal in den Untergrund einer Mulde eingeschnitten ist, wie dies z. B. beim Neckental/Gammertingen der Fall ist: Der untere Teil der Hänge ist steil geböscht, diese werden flach, sowie der Unterrand der Mulde erreicht ist.

Dasselbe kann in horizontaler Folge beobachtet werden: westlich der Ziegelhütte Neufra fällt der Fels über P. 713 beinahe 100 m steil ab, nach Osten zu treten auch die obersten, im Massenkalk verlaufenden Isohypsen sofort auseinander, sobald sie den Muldenrand erreichen. Im Waldteil „Himbeerhalde“ östlich vom Lauchertknie südlich Jungnau ist der Abhang bei 12 sehr steil, bei 16 und 11 liegen in seiner unteren Hälfte Ulmensisschichten: Die Verflachung des Hangs zeigt sich in gleicher Weise bis zur Höhe. Auf der anderen Talseite zeigen sich im „Potaschenhau“ genau dieselben Verhältnisse.

6. Die Entstehung der Mulden

Die Frage danach, wie diese Hänge entstanden sind, ist gleichbedeutend mit der Frage nach der Art der Entstehung der Mulden.

Für Engel ist dies kein Problem, da er ja geschichtete und ungeschichtete Fazies für gleich alt ansieht. Er hat sich deshalb darüber nicht geäußert.

Schmierer (1902, S. 603) schreibt über die Muldenbildung: „Die Ausmodellierung Epsilons ist wohl hauptsächlich der Tätigkeit der Meereswellen besonders zu Beginn der Zetazeit zuzuschreiben. Hiermit in Zusammenhang steht die Bildung von Breccien, die in Schwaben besonders auf der Grenze ε ζ weit verbreitet sind und welche deshalb wohl den Namen Grenzbreccien verdienen dürften, sowie die der Detrituskalke, der „wilden Portländer" und „Oolithe" während und gegen den Schluß der Zetaperiode." Schmierer scheint sich also den Massenkalk als zunächst gleichmäßig dickes Schichtpaket vorzustellen, das dann von oben her aufgerissen wurde, ähnlich wie Quenstedt (1887/88, S. 1087) vom Nusplinger Zeta schreibt: Es deckt vielmehr in welliger Bewegung alle die Wunden, welche die Strömungen auf dem alten Meeresgrund gerissen hatten."

Berckhemer (1924, S. 27) legt sich, was die Ausarbeitung der Mulden betrifft, auf keine bestimmte Ansicht fest, betont aber, daß vielleicht schon während der Massenkalkbildung „Strömungen in Vertiefungen ausräumend und den Absatz der Niederschläge hindernd tätig waren." cf. auch seine Ausführungen 1919, S. 62/63. Berckhemer ist dazu auch deshalb geneigt, weil er für manche Teile des Massenkalks keine Riffbildner verantwortlich machen möchte, sondern sie als feinschlammigen Niederschlag auffaßt, und dann können keine starken primären Niveauunterschiede zustande kommen, wie sie tatsächlich zu beobachten sind.

Dagegen, daß Strömungen bei der Muldenbildung maßgebend beteiligt waren, sprechen nun aber zwei Tatsachen. Erstens können nirgends Schuttmassen erkannt werden, die zu dem Vorgang einer Ausräumung in Beziehung gebracht werden können, denn die Schutt(Brekzien)bänke sind häufig s e h r s p ä t den geschichteten Sedimenten eingelagert worden und verschwinden im Vergleich zur Größe der Mulden. Sie haben ihr Material von der Seite und oben, nicht von aufgearbeitetem Untergrund bezogen. Berckhemer (1919, S. 61) hat für Schelklingen und Sozenhausen schon darauf hingewiesen. Und es ist dies auch die Ansicht der älteren Autoren (cf. Fraas, 1868, S. 7). Ferner sind die einzelnen Mulden ringsum von lückenlosen Wänden umgeben, die durch keine die einzelnen Mulden verbindenden Kanäle unterbrochen sind. Das Kartenbild von Bitz, Freudenweiler, der Ziegelhütte Neufra, Gammertingen, Jungnau usw. zeigt das aufs deutlichste. Aus diesem Grund möchte ich auch nicht wie Berckhemer annehmen, daß eine Behinderung der Sedimentation stattgefunden hat, vor allem auch nicht bei dem überaus regelmäßigen Böschungswinkel. Man müßte viele, ganz unregelmäßig verteilte, von der Wasseroberfläche aus sich nach unten flach kegelförmig verjüngende, sehr tiefe Strudel annehmen, die dann von der Setatuszone ab plötzlich völlig verschwunden wären, eine unwahrscheinliche Vorstellung.

In Abb. 2 wurde eine Rekonstruktion des Reliefs etwa am Ende der Setatuszone versucht. Sie soll die ganz eigentümliche und in ihrer Art meines Wissens noch nicht bekannte „Granattrichterlandschaft" veranschaulichen, die durch die trichterförmige Einsenkung isolierter Mulden in eine ebene Fläche entsteht. Die Erosion legt das ursprüngliche Bild heute oft wieder frei, siehe Taf. 2, Abb. 4.

Wenn ich also zwar glaube, daß sich die Annahme derart kräftiger Strömungen zur Zeit von den Übergangsschichten bis zur Setatuszone — denn um diese handelt es sich ja nur — mit dem Bild, das die überwiegende Mehrzahl der Mulden bietet, nicht vereinen läßt, so möchte ich doch bei zwei Stellen etwas derartiges vermuten,

Abb. 2. Rekonstruktion des Reliefs des Meeresbodens am Ende der Setatuszone

nämlich am Weg von Oberschmeien zum Großwieshof und im Blättringer Tal westlich von Jungnau. Bei Oberschmeien ließ sich (s. S. 19) ein geschichtetes Profil von Linsenkalk bis zur Subeumelazone aufnehmen, wobei sich die oberste *Sutneria subeumela* Schn. bei 673 m fand; in dem kleinen, sehr fossilarmen Bruch bei der Weggabel bekam ich in 675 m Höhe eine *Oxyoppelia pseudopolitula* Berckh. Darüber folgen am Weg bei 680 m Bankkalke der Siliceuszone, sehr fossilarm, aber durch, allerdings nicht artlich bestimmbare, Ammonitenbruchstücke doch als sicher nicht zur Setatuszone gehörig erkennbar; auch der Gesteinshabitus spricht dafür. Ähnlich, nur nicht durch exakte Höhenzahlen genau belegbar, liegen die Verhältnisse im Blättringer Tal an dem Weg, der bei der Blattgrenze (Blatt Veringenstadt) am nördlichen Hang hinaufgeht; hier liegen unmittelbar über Übergangsschichten und Subeumelazone (s. S. 20) Bankkalke der Siliceuszone. Es hat also an beiden Stellen deutlich eine starke Verminderung der Sedimentation stattgefunden, die wohl am besten absatzverhindernden Strömungen zugeschrieben wird. Genaue Anhaltspunkte dafür ließen sich aber nicht finden. Durch diese seltenen Unregelmäßigkeiten wird die sonst überall zu bemerkende Ungestörtheit der geschichteten Fazies besonders eindrucksvoll.

Aus der Ablehnung des Einflusses von Strömungen ergibt sich eo ipso die Anschauung, daß die äußere Begrenzung des Massenkalks eigenen Gesetzen folgt, also zu Rückschlüssen auf die Art des Wachstumsvorgangs benützt werden darf.

7. Der Massenkalk als Schwammbank

E. Fischer (1913, S. 59/61) hat im Unteren Malm festgestellt, daß die zoogene Fazies dort nur zur einen Hälfte aus steil emporragenden Riffen, zur anderen aus großen, breit hingelagerten Schwammbänken besteht. Da sich beim Massenkalk des Lauchertgebiets äußerlich nirgends ein steiler Abfall gefunden hat (über die geringfügigen Ausnahmen s. u.) entsteht die Frage, ob er auch innerlich mit den Fischer'schen Schwammbänken verglichen werden darf.

Es handelt sich darum, ob die Flächen gleichen Alters im Massenkalkkörper mehr oder weniger horizontal verlaufen, wie es sich wohl Berckhemer vorstellt (1919, S. 62) — dann wäre von Riffen zu sprechen — oder aber ob sie kuppelförmig verlaufen, d. h. so, daß das Wachstum in der Oberfläche parallelen flachgewölbten Schalen überall von der Basis bis zur Spitze mehr oder weniger gleichförmig stattgefunden hat, — dann handelte es sich um Schwammbänke.

Die Beweisführung kann — wie oben schon erwähnt — nur indirekt erfolgen, und zwar so, daß deduktiv abgeleitet wird, welche Erscheinungen äußerlich an einer Schwammbank auftreten müssen, und daß dann nachgeprüft wird, ob diese auch tatsächlich beobachtet werden können.

Von einer derartigen Schwammbank ist zu verlangen:

1. Da die gesamte Oberfläche einer Fläche gleichen Alters entspricht, muß sie kontinuierlich, ohne krasse Unregelmäßigkeiten, und nicht konkav gewölbt sein. Steile Winkel dürfen nicht auftreten.
2. Mit der Erreichung der größten Breitenausdehnung muß auch die Höhenentwicklung abgeschlossen sein.
3. Im Kern der einzelnen Komplexe müssen ältere Teile liegen als auf gleicher Höhe weiter außen.
4. Je früher die zoogene Fazies im ∂ begann, eine desto größere Mächtigkeit muß sie an dem betreffenden Punkt erreichen. Mächtige Quader- bzw. Linsenkalke müssen jedoch direkt in geschichteten Oberen Malm übergehen oder dürfen nur durch geringmächtigen Massenkalk von ihm getrennt sein.

ad 1. Regelmäßigkeit und konvexe Form ist an jedem Muldenrand zu beobachten (siehe das Kartenbild). Kleine Konkavformen erweisen sich als sekundäre Erscheinung (s. S. 105 07). Die Böschungswinkel stimmen mit ihrem Wert von 11—20° vorzüglich damit überein, daß E. Fischer (1913, S. 61) innerhalb von Schwammbänken des Malm ζ verschiedentlich Winkel echter Bänke zwischen 10 und 20° maß.

ad 2. Diese Voraussetzung wurde bei der Besprechung der äußeren Form und des Altersverhältnisses für die Wende Subeumela/Setatuszone als zutreffend befunden.

ad 3. Ein derartiger Beweis läßt sich nur durch Gegenüberstellung von ∂-Schwammkalk und mergelfreiem Massenkalk führen. Meine Kartenaufnahmen betreffen leider nicht solche Gebiete, in denen ∂-Schwammkalk vorkommt, ich

muß mich deshalb auf die schöne Grünvogel'sche Karte stützen. Da zeigt sich, daß der große δ-Schwammkalkkomplex des Raichbergs seine Wurzel direkt auf Malm γ oder auf wenig mächtigen Quaderkalken hat, daß die Quaderkalke aber überall da, wo sie eine große Mächtigkeit besitzen, unmittelbar von Massenkalk überlagert werden (östlich Onstmettingen, Weilertal, Tailfingen). Im Verlauf des Hohenzollerngrabens vom Raichberg bis Onstmettingen ist zu beobachten, wie die δ-Schwammkalke mit wachsender Mächtigkeit der Quaderkalke zurücktreten, bis sie schließlich ganz ausfallen. Grünvogel (1914, S. 28) selbst hat schon bemerkt, daß der Raichberg, Bennebühl und Remesenberg als „Schwammfelsen" hoch in „ε" hinaufragen, und auf der Karte kommt hübsch heraus, wie sie „mantelförmig" vom Massenkalk umgeben sind, nicht mit steilem Abfall neben ihm liegen. Die zoogene Fazies hat hier also mit Schwammkalkbildung im unteren Oberdelta begonnen und dauernd an Ausdehnung gewonnen, dabei mußte sich jede neue Schale randlich auf immer mächtigere Quaderkalke legen, so daß bei Aufhören der Mergelsedimentation Massenkalk zwar auf Quaderkalken, aber orographisch viel tiefer als im Zentrum gelegener δ-Schwammkalk lag.

So wird auch verständlich, daß so oft in der Literatur angegeben wird, daß „echtestes ε" neben „unzweifelhaftem Schwammdelta" liegt, wie es auch z. B. im Laucherttal zwischen Hermentingen und Veringenstadt gut beobachtet werden kann. Ja, der oben erwähnte δ-Schwammkalkaufschluß am Ramstein/Hermentingen bietet selbst ein ausgezeichnetes Beispiel dafür: die äußerste Schale besteht aus Zuckerkorn.

ad 4. Bei der Beurteilung derartiger Verhältnisse muß mit einiger Vorsicht vorgegangen werden, denn unsere Aufschlüsse liegen ja nie senkrecht übereinander und bei dem raschen Wechsel der Fazies bedeutet das notwendige Untereinanderprojizieren von Vergleichspunkten, die auf einer nur schiefen Fläche liegen, schon eine erhebliche Fehlerquelle. Außerdem ist nur in tiefen Tälern ein genügend mächtiges Profil erschlossen, so daß auch die Beobachtungsmöglichkeiten beschränkt sind. Immerhin lassen sich doch einige Punkte anführen.

Weder bei Neufra, noch irgendwo in der ganzen Strecke des Laucherttals, innerhalb derer δ-Schwammkalke auftreten, sind sie von geschichtetem Oberem Malm überlagert, überall besteht die meist noch sehr hohe Talwand aus Massenkalk.

Die Normalprofile von Grabenstetten und Kolbingen stellen das andere Extrem dar (s. auch Veringenstadt, s. S. 20/22; Ulmensisschichten im Bruch, S. 52).

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß im Linsenkalk, in den Übergangsschichten und in der Subeumelazone immer wieder kleine „Stotzen" und Schwammanhäufungen auftreten. Es ist dies dieselbe Erscheinung, die Fischer (1913, S. 55) vom Malm β des Lochengebiets beschreibt, und wie dort gleichzeitig mit dem Verkümmern der Schwammbänke in Ober-β und γ sich wieder ganz reine Sedimente auf mit Stotzen durchsetzte legen, so ist dies hier in der Setatuszone der Fall. Ich möchte annehmen, daß der Unterschied zwischen Quaderkalk und Linsenkalk dadurch zustande kommt, daß der Quaderkalk einen größeren Bildungsraum hatte und deshalb nicht so sehr von der zoogenen Fazies abhängig war wie die kleinen Fleckchen von

Linsenkalk; daß wir keine Übergangsschichten und Subeumelazone in „Quaderkalkfazies" kennen, weil eben zu dieser Zeit der Sedimentationsraum nun überall — selbst an den Stellen mit Normalprofilen — stark eingeengt war und so die gesamte geschichtete Fazies von der „Vorriffzone" eingenommen ist.

Ein weniger extremes Stadium liegt beim Neuweiler vor: Hier wird ϑ in Normalfazies (s. Grünvogel's Karte, der obere Teil gehört dabei wahrscheinlich zu den Übergangsschichten) von stark verschwammten Subeumelaschichten überlagert (s. S. 22), während die Setatuszone wie üblich wieder in reiner Ausbildung drüber liegt. Der Verschwammung der Subeumelazone stellt gewissermaßen den letzten Ausläufer einer Massenkalktransgression dar. Das geringmächtige Massenkalkband zwischen „ϑ" und „ζ" zieht sich noch weit nach Norden bis zur „Schanze" hin, ist dabei überwiegend als echter Massenkalk ausgebildet. Eine Verfolgung von der Schanze aus nach Nordwesten ist leider nicht möglich, da hier kein Tal den Muldengrund anschneidet.

Sehr klar liegen die Verhältnisse bei Oberschmeien (s. Karte). Am Weg zum Großwieshof findet sich ein „Normalprofil", meist ist dagegen zwischen Übergangsschichten und Siliceuszone eine dünne Schicht von Massenkalk eingelagert. Diese muß entsprechend dem Profil vom Neuweiler als letzter Ausläufer des westlichen oder des östlichen Massenkalkkomplexes gedeutet werden: Die verschiedenen kleinen Flecke von Siliceuszone gehören einer einzigen Mulde an, deren Grund durch Täler zerschnitten worden ist, im Westen ging die Erosion so tief hinab, daß der gesamte geschichtete Obere Malm samt dem liegenden Massenkalk abgetragen worden ist und das „Negativ" der Mulde, die mächtig entwickelte geschichtete Fazies von ϑ und den Übergangsschichten zum Vorschein kommt. In Abb. 3 ist der Versuch gemacht, das ursprüngliche Bild der Mulde zu rekonstruieren.

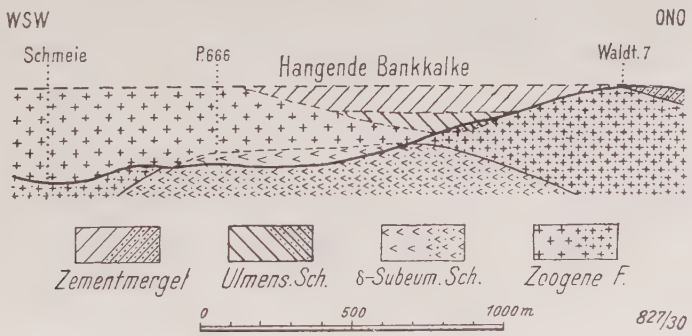


Abb. 3. Profil des linken Schmeientalhangs bei Oberschmeien. Mit enger Signatur ist das heute noch Anstehende wiedergegeben, mit weiter die Ergänzung zum einstigen Bild

Sonst liegt im Lauchertgebiet nirgends mehr eine Mulde so hoch am Hang eines Tals, so daß weitere derartige Beispiele leider nicht beigebracht werden können. Doch mag darauf hingewiesen werden, daß bei Hermannsdorf zwischen dem Quaderkalk (Bruch östlich vom Flecken) und der südlich davon gelegenen Setatuszone nur 20—25 m Massenkalk liegt (der noch geringer mächtig ist, da er teilweise aus diagenetisch verändertem Quaderkalk besteht, wie unten gezeigt werden soll).

Nachdem alle vier Punkte der Prüfung standhalten, glaube ich annehmen zu dürfen, daß sich der Massenkalk nach Art einer Schwammbank gebildet hat, und ich möchte mir den Entwicklungsgang so vorstellen, wie ihn Abb. 4 rein schematisch darstellen soll. Daß das Wachstum der

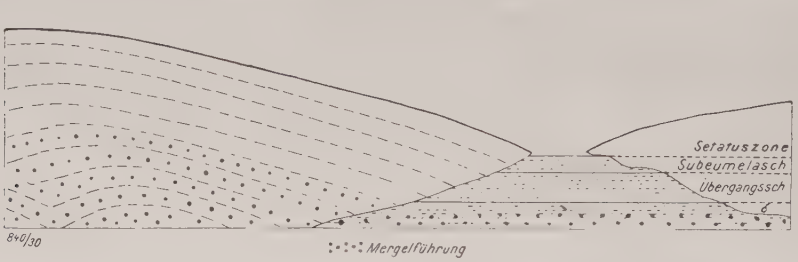


Abb. 4. Schematische Darstellung der Art des Massenkalkwachstums

Massenkalkstöcke im einzelnen kompliziert war und sich nicht genau an das Schema hielt, kann mit Sicherheit gesagt werden, denn dieses stellt den idealen und nirgends verwirklichten Fall dar, daß sich nur einzelne, isolierte Kuppen bilden. Die Massenkalkkomplexe sind aber immer nach vielen, oft nach allen Richtungen so ausgedehnt, daß sie aus der Vereinigung vieler „Keime" hervorgegangen sein müssen. Dabei sind natürlich zahllose Kombinationen möglich; z. B. kann schon die Basis als eine weite Fläche ausgebildet sein und wird dann zunächst in ihren mittleren Teilen regelmäßig vertikal weiterwachsen und erst im Lauf der Zeit durch verstärktes Wachstum im Innern eine Wölbung annehmen. Je höher die Massive aufwachsen, desto komplexer werden sie zusammengesetzt, und vorerst ist es noch nicht möglich, die einzelnen Keime zu unterscheiden.

Wenn ich auf den vorhergehenden Seiten schon von „Schwamm"bänken gesprochen habe, so muß ich nun noch die Berechtigung dieser Bezeichnung nachweisen.

Daß Korallen irgendeine Rolle gespielt haben, wie man unter Engel's Einfluß (vgl. 1908, S. 436) gelegentlich heute noch hören kann, ist ganz ausgeschlossen. Schmierer (1902) hat dies schon nachdrücklich betont und dafür auf Schwämme hingewiesen, und Berckhemer (1924, S. 14, 15) hat festgestellt, daß im Felsenkalk der Heidenheimer Gegend (auf Zuckerkorn und Dolomit soll erst später eingegangen werden) Schwämme in ganzen Exemplaren und einzelnen Nadeln nicht selten sind. Auch im Lauchertgebiet habe ich nie, auch nicht in den gut konservierenden Schuttbänken (s. u.), irgendwelche Spuren von Korallen gefunden, obwohl stellenweise im Felsenkalk außerordentlich gut erhaltene Fossilien vorkommen, wohl aber nicht selten im dichten Felsenkalk wie in den Schuttbänken Schwammreste. Die Schwämme sind häufiger als es zunächst den Anschein hat. An manchen Stellen wittern sie aus Kalken aus, in denen sie in frischem Zustand nicht zu erkennen sind; ich nenne als Beispiel die Grube beim Birkhof südlich von Neufra und die Brüche am Entenberg/Jungnau. Auch daß die Wucherungen im Linsenkalk, in den Übergangsschichten und in den Subeumelaschichten als Ausläufer der Massenkalke aus Schwämmen bestehen, läßt wenigstens einen bedingten Schluß auf die Zusammensetzung des Massenkalks zu.

Daß dem Massenkalk durchweg ein organisches Gerüst eingebaut sein muß, ist durch den endgültigen Beweis, daß er sich frei über den Meeresgrund erheben konnte, und zwar ziemlich beträchtlich, sichergestellt, und es gilt nun, damit zu vereinbaren, daß bei vielen Teilen des Massenkalks nicht nur das Fehlen von Schwämmen, sondern direkt anorganische Entstehung nachgewiesen werden kann. Berckhemer (1923, S. 19) schreibt: „aber das können wir sagen, daß die ε-Massenkalke, soweit sie eben oolithische Ausbildung zeigen, auf anorganischem Wege entstanden sind, wobei Bakterien eine mehr oder weniger bedeutungsvolle Rolle gespielt haben mögen". Diese und ähnliche Beobachtungen haben immer erschwert, für den ganzen Massenkalk eine einheitliche Entstehungsart zu finden (cf. den Lösungsversuch von Walther [1904, S. 44]); aber ich möchte glauben, daß der Begriff der Schwammbank im Gegensatz zum Riff auch hier geeignet ist, die verschiedensten Dinge unter einen Hut zu bringen. E. Fischer (1913) schreibt von den Schwammbänken im Malm β: „Ihre Schichten sind aus Schwämmen und Schwammfossilien, Trümmern und Pseudoolithen und aus weißer, feiner Grundmasse wechselnd zusammengesetzt"; und so kann ich mir gut vorstellen, daß hier durch Zusammenwachsen einzelner Kuppeln wieder sekundär fast oder ganz ebene Flächen entstehen, auf denen anorganische Sedimentation stattfinden konnte, eben etwa in Form von Kryptoolith. So lassen sich auch die häufig auftretenden Schuttbildungen im Innern der Massenkalkkomplexe zwanglos erklären. Mit Hilfe einer genauen Spezialkartierung der Fazies in kleinstem Maßstab in einem günstig erschlossenen (Ackerland!), zuckerkornfreien Gebiet sollte ermittelt werden können, ob diese Ansicht zu Recht besteht. Daß Schwämme nicht allein am Aufbau des organischen Gerippes beteiligt sein müssen, ist selbstverständlich; die verschiedenen anderen Organismen, die herangezogen worden sind: Bryozoen (Schneid 1914/15), „Hydrozoen" (Schmierer 1902, S. 547, Berckhemer 1919, S. 25), Algen, wurden ja — wie auch Korallen — tatsächlich an einzelnen Stellen beobachtet. Nur wird man sich vor Verallgemeinerungen hüten müssen. Als brauchbarste Arbeitshypothese erweist sich immer noch die Annahme der hauptsächlichen Beteiligung von Schwämmen.

Kurz mögen die wenigen Fossilien angegeben werden, die ich gelegentlich, ohne systematisch zu suchen, im Massenkalk fand:

Cidaris (Plegiocidaris) coronata Gf.
Rhynchonella triloboides Qu. sp.
Rhynchonella astieriana d'Orb.
Terebratula (Liothyrina) insignis Schübler
Nerinea sp.
Isoarca cordiformis Ziet.
Astarte nattheimensis Rollier.
Goniomya ornata Gf.
Alectryonia hastellata Schlthm.
Plicatula jurensis Röm.
Modiola cf. *lorioli* Zitt.

Der Massenkalk ist im Gegensatz zu anderen Gegenden in seinem weitaus überwiegenden Teil frei von Kieselsäure. Ich habe nur seltene kleine Knöllchen in wahrscheinlich unteren — noch zum δ zu stellenden — Partien zwischen Veringenstadt

und Hermentingen, und dann einzelne größere Schlieren und Knollen unmittelbar unter den Hangenden Bankkalken westlich vom Freudenweiler an der Straße nach Bitz, in gleicher Lage bei Gammertingen an der Straße nach Neufra und in der Gegend vom Hof Rauschberg gefunden.

Ob sich der Massenkalk überall so verhält wie im Laucherttal, kann ich noch nicht entscheiden. Ich darf aber vielleicht darauf hinweisen, daß nirgends in der Literatur Kriterien angeführt werden, die dagegen sprechen. Auch die wenigen für Böschungswinkel angegebenen Werte halten sich innerhalb derselben Grenzen:

Crinoidenmergelkalke von Mergelstetten (Berckhemer 1919, S. 54) . .	10°
„Platten" über Kryptoolith von Westerstetten (Berckhemer 1924, S. 16)	10—15°
„Plattenkalk" bei Heuchstetten an der Grenze gegen Massenkalk (Berckhemer 1924, S. 27)	5—15°
„Plattenkalk" am Totenberg bei Heidenheim (Berckhemer 1924, S. 27)	10°
Grenze des Arnegger Korallenkalks gegen Massenkalk (Berckhemer 1929, S. 92)	bis zu 20°

Für den Frankendolomit stellt Dorn (1926, S. 170) fest: Fast durchweg geht die Schichtneigung über 10° nicht hinaus" und erklärt diese Schiefstellung durch Tektonik. Auf meine Anfrage teilte mir Herr Dr. Dorn freundlich mit, daß er jetzt auch glaubt, daß es sich dabei weitgehend um die primäre Bankung einer Schwammbank handelt.

Es wird erneut zu prüfen sein, ob wir auch im Malm β überhaupt von „Riffen" sprechen dürfen. Eine steile Faziesgrenze etwa im Sinn der Dorn'schen Skizze (1928, Tafel I, Fig. 3) kann gut dadurch zustande kommen, daß die zoogene Fazies nicht vorauswächst und sich seitlich nicht ausbreitet. Die Schichtung, die Dorn in der zoogenen Fazies eingezeichnet hat, spricht durchaus dafür.

Krumbeck (1928, S. 435) hat für β-Schwammkalke von Vorra ausdrücklich konstatiert: „Absichtlich vermeiden wir die Bezeichnung diese Bänke als Riffe, um den morphologischen Unterschied nicht zu verwischen, der offenbar zwischen den heutigen, auf den Seiten steilgeböschten und deshalb vielfach am Fuße der Böschung Übergußschichtung tragenden Korallenriffen und den in Rede stehenden Anhäufungen der Schwämme bestanden hat." Die Fischer'schen Profile (1913, Karte) zeigen für die „Riffe" des Lochenhörnle und des Lochensteins durchaus keine steilen Abfallswinkel, sondern Werte, die allerhöchstens 20° betragen. Der sichtbare steile Absturz am Albtrauf ist kein Kriterium für innerlich gleichen Bau.

8. Mulden und Atolls

Von verschiedenen Autoren sind die Mulden mit den Atolls rezenter Korallenriffe verglichen worden, ja in Nusplingen will Berckhemer (1919, S. 63) sogar den Gezeitenkanal eines solchen Atolls erkennen.

Für diesen Kanal sind keine Anhaltspunkte zu finden, denn die von Berckhemer angezogene Stelle, auf die zuerst Schmierer (1902, S. 534/35) aufmerksam machte, ist von der Mulde auf der Hochfläche, in der der Hauptbruch liegt, durch einen geschlossenen Massenkalkkranz getrennt, wie ich einer freundlichen Mitteilung Herrn

Dr. Aldinger's entnehme. Sie gehört, ebenso wie die beiden kleinen Brüche am Hang und die sie unterlagernden Bankkalke der Siliceuszone (s. S. 79) zu einer zweiten, der Erosion fast ganz zum Opfer gefallenen Mulde. Mit Schmierer möchte ich an Brandungserscheinungen denken (s. u.).

Unsere Malmmulden und die Atolls sind genau entgegengesetzten Ursprungs: während ein Atoll durch verstärktes randliches Wachstum einer vorher einheitlichen Platte oder durch im Prinzip ähnliche Vorgänge entsteht und somit eng zum System des Riffs gehört, stellen unsere Mulden die durch seitliche Massenkalkinvasion eingeengten Reste des unbesiedelten Meeresbodens dar, auch wenn ihr Untergrund aus einer — immer geringmächtigen — Massenkalklage besteht: Die anorganischen Sedimente eines Atolls besitzen Innenlage, die einer Mulde Außenlage zum organischen Körper.

Ort, Tiefe und Umriß der Mulden sind rein von dem Zufall abhängig, wie sich die Keime der Massenkalkbildung in Fläche und Höhe verteilen. Nur sehr selten liegen diese so weit auseinander, daß zwischen ihnen Stellen bleiben, an denen die Sedimentation durchweg geschichtet bleibt, aber verhältnismäßig häufig trat doch der Fall ein, daß nur noch wenig mächtige Ausläufer der Massenfazies zusammenstießen. Das sind dann die Mulden, in denen schon die Setatuszone wieder schön geschichtet entwickelt ist, aber doch auf einer Massenkalkunterlage liegt.

Der Winkel, in dem sich die zoogene Fazies im Lauf der Pseudomutabilis-zeit ausdehnt (Einengungswinkel der geschichteten Fazies), ist keiner Gesetzmäßigkeit unterworfen, da sich ja überall neue Schwammrasen bilden können, der Fortschritt nicht ausschließlich von den schon existierenden ausgeht.

9. Die Lagerung der geschichteten Sedimente in den Mulden

Bis zur Wende Subeumela/Setatuszone und teilweise noch in der Setatuszone bildet sich gleichzeitig zoogene und geschichtete Fazies. Da sich die zoogene immer weiter ausbreitete, grenzte die geschichtete trotz der jetzt entstehenden starken Höhenunterschiede stets an gleichaltrige zoogene, es herrscht deshalb ein allmählicher Übergang, kein scharfer Schnitt. Der Massenkalk trat dabei stark in den Vordergrund und beeinflußte auch den Habitus der geschichteten Sedimente, wie wir oben sahen.

Im Verlauf der Setatuszone ändern sich die Verhältnisse grundlegend: Die tiefen und gemäß dem flachen Böschungswinkel gegen oben stark verbreiterten Lücken zwischen den Schwammbänken werden nunmehr mit ausschließlich anorganischen Sedimenten restlos aufgefüllt und dadurch die Höhenunterschiede allmählich wieder ganz beseitigt, während auf den Schwammbänken nur in verschwindendem Maß weitergebaut wurde. Die Schichtsedimente legen sich deshalb von jetzt ab diskordant zwischen und neben ältere Massenkalke.

Der übliche Ausdruck „muldenförmige Einlagerung" darf nicht etwa so verstanden werden, daß jede einzelne Bank dem Relief der Mulde parallel läuft, vom Muldenrand ab allseits bis zur Mitte abfällt. Die Bänke liegen vielmehr, von einer nur wenige Meter breiten Zone am Muldenrand abgesehen,

horizontal. Dies kommt darin zum Ausdruck, daß Zonengrenzen ein einheitliches Streichen und Fallen besitzen (s. Karte) und selbst nahe am Muldenrand gelegene Aufschlüsse sich darin ausschließlich nach der Tektonik richten. Die Ausfüllung der Mulden schritt also in vertikaler Richtung überall ganz gleichmäßig fort, jede einzelne Bank ist flächenhaft etwas weiter ausgedehnt als die liegende und greift transgressiv auf den randlichen Massenkalk über.

Es ist aus diesem Grund mindestens irreführend, wenn hier und dort von einer „mantelförmigen Umhüllung der Massenkalkriffe durch Plattenkalke" gesprochen wird, da den betreffenden Autoren vorschwebt, daß die Mächtigkeit des „ζ" gegen den Gipfel eines in seinem Kern aus Massenkalk bestehenden Bergs immer mehr abnimmt.

Aufschlüsse der Grenze Massenkalk/Bankkalke sind nicht häufig anzutreffen. Zunächst soll nur von der Art der Anlagerung die Rede sein.

Die Basis der Mulden, d. h. die vertikale Grenze Massenkalk/Setatuszone, scheint im allgemeinen ziemlich eben zu sein, nur bei der Ziegelhütte Neufra ist (an einem Rain nördlich von ihr und im Trockental südlich von ihr) ein Nebeneinander der beiden Fazies innerhalb der Mulde zu beobachten (s. Karte), spätestens in der Siliceuszone aber waren alle Unregelmäßigkeiten ausgeglichen.

Auch das seitliche Anstoßen von Setatuszone an Zuckerkorn ist hier aufgeschlossen. Der Hang, an dem Profil 1 aufgenommen wurde (s. S. 23), weist mit 8° nach Südwesten vom Zuckerkorn wegfallende Bänke auf, die bald verflachen (s. Abb. 5)

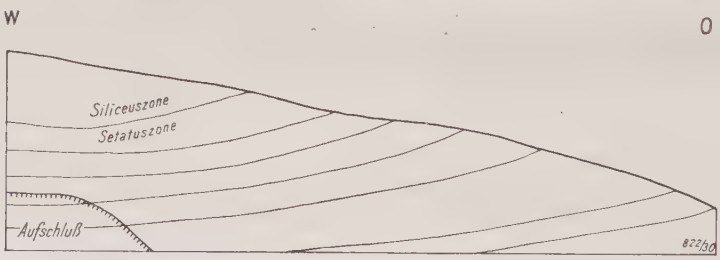


Abb. 5. Primäre Schiefstellung von Setatuszone am Muldenrand. Ziegelhütte Neufra. Länge des Profils etwa 150 m.

und in eine schwache entgegengesetzte Neigung übergehen. Am Hang nördlich von diesem Profil ist auf kurze Erstreckung ein Fallen von 5° nach W 10° S zu bemerken, das aber ebenfalls nach 40—50 m einer söhligen Lagerung Platz gemacht hat. In einem kleinen Anbruch bei der Abzweigung der alten von der neuen Freudenweiler Straße fallen die Bänke wenige Grade nach W 10° N vom Massenkalk weg. Die Verhältnisse liegen hier etwas ungünstig, weil das tektonische Fallen nach O 25° S geht und deshalb das atektonische etwas modifiziert. So wird dadurch das nachherige Wiederaufsteigen, das ja — selbst schwach — durchaus im Sinn des tektonischen Fallens erfolgt, erklärt, die entgegen ihm gemessenen Winkel am Muldenrand sind dann ursprünglich etwas steiler gewesen.

Diese Schiefstellung der Bänke hat mit einer Übergußschichtung nichts zu tun, wenn man darunter mit Kayser (1921, S. 717) „brecciöse Übergangsbildungen zwischen Riff und Nebengestein" oder „steil abfallende, unregelmäßig geschichtete Massen" versteht. Sie rührt vielmehr daher, daß die Bankkalke sich randlich einem geneigten Untergrund anpassen (zu dem sie genetisch in keinerlei Beziehung stehen). Dies ist

etwa 1 km südlich von Gammertingen an einem Rain am rechten Lauchertufer gut erschlossen. Es steht hier die Grenze Setatus/Siliceuszone/Zuckerkorn an (Abb. 6). Die Bänke legen sich zunächst mit einem Fallen von 10 ° nach Südwesten

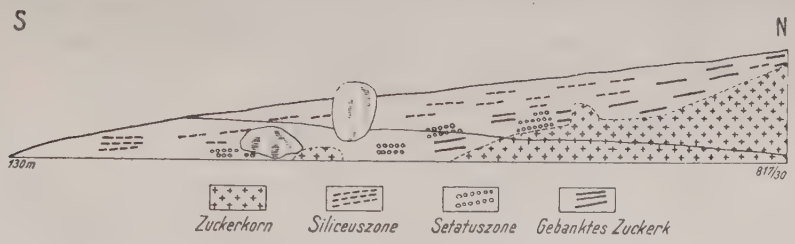


Abb. 6. Grenze von Setatus- und Siliceuszone gegen Zuckerkorn. Randliche Umwandlung der geschichteten Facies in Zuckerkorn. Am rechten Hang des Lauchertufers südlich von Gammertingen. Länge des Profils 130 m.

dem Massenkalk auf; dieser Winkel ist etwas flacher als der der Massenkalkböschung — wie es auch bei der Ziegelhütte Neufra der Fall war (s. dazu S. 89), denn jede Bank greift ja etwas über die andere weg, nach ungefähr 100 m liegen die Bänke schon eben, sind also nur am Rand etwas in die Höhe gebogen. Schematisch ergibt sich dafür folgendes Bild (Abb. 7). Auch bei der Ziegelhütte Neufra findet

Abb. 7. Schema der Anlagerung der geschichteten Facies an die massige.

sich dafür ein Beispiel: Der Bruch in der Siliceuszone (s. S. 41) an der alten Straße weist ein entgegengesetztes Fallen auf als die im Tal drunter anstehende Setatuszone: Seine Bänke wurden randferner abgesetzt als die senkrecht drunter liegende der Setatuszone und besitzen ursprünglich horizontale Lagerung.

Im Bruch der Hohenzollerischen Landesbahn beim Bahnhof Hanferthal endlich fallen die Bänke der Siliceuszone mit 20 ° vom Felsenkalk ab, um schon nach wenigen Metern horizontal zu liegen (s. Taf. 4, Fig. 12).

Im Lauchertgebiet haben sich nirgends steiler stehende Bänke gefunden, dies stimmt zu der Annahme eines durchweg geringen Neigungswinkels der Schwammbankhänge, die einen steileren der darauf liegenden anorganischen Sedimente ja gar nicht zuließen.

Auch die von Berckhemer (1924, S. 27) angegebenen Werte passen hierzu.

10. Die Sekundärmulden

Zur Bestimmung des Alters der Massenkalke wurden kleine Flecke geschichteter Setatuszone benützt, die in hoher Lage zwischen ihn eingebettet sind (S. 85—86). In mit der stratigraphischen Höhe zunehmender Menge treten derartige Flecke im ganzen Lauchertgebiet immer wieder auf. Einige weitere Beispiele sollen kurz angeführt werden.

Bei der rechtwinkligen Wegbiegung (in 800 m Höhe) über P. 713 westlich von der Ziegelhütte Neufra liegt ein kleines Vorkommen ziemlich gut gebankten, reichlich Schwefelkies führenden Kalks, eingelagert zwischen stark kristallinen dichten Felsenkalk und Zuckerkorn. Der Bankkalk ist teils rein, teils aber stark schuttführend, Anreicherung des Schutts zu kleinen Bänkchen hat dabei öfters stattgefunden. Ich habe daraus gesammelt:

Velopecten velatus Gf.
Oppelia wepferi Berckh.
Oppelia franciscana Font.
Ochetoceras cf. *pallysianum* Font.
Ochetoceras cf. *zio* Opp.

Nördlich davon stehen am selben Weg bei 810 m auf einer Strecke von ungefähr 70 m harte, dünnplattig verwitternde, ausgezeichnet gebankte Kalke an, in der Mitte rein, mit nach beiden Seiten immer mehr zunehmendem Schuttgehalt. Fossilführung:

Perisphinctes siliceus Qu.
Haploceras lens Berckh.

Es liegt also in beiden Fällen Siliceuszone in viel zu hoher Lage vor (s. Karte).

Östlich bzw. nordöstlich von diesen beiden Punkten kann auf Äckern Übereinanderlagern von Setatus- und Siliceuszone unschwer aus dem Gesteinscharakter geschlossen werden, ungefähr 50 m höher (bei Ausschaltung des Fallens) als die Grenze in der südlich davon gelegenen Hauptmulde!

Ein ganz kleiner, ebenfalls dieser Grenzregion angehöriger und durch Fossilfunde belegter Fleck liegt zwischen Schwammkalken der Subeumelazone (über diese s. u.) am Südosthang des Großhohen/Freudenweiler.

Von Gammertingen sind folgende Stellen anzuführen: Setatuszone nordwestlich vom Offenberg am Anfang des Samentals in 750—760 m Höhe, nordwestlich vom Teufelstorfelsen in 730 m Höhe, beidemale schätzungsweise 50 m zu hoch, Ulmensisschichten in einem großen, auch auf der Karte 1:50 000 eingetragenen Fleck westlich der Behalde (rings um P. 734,5 herum) auf der Oberfläche der Massenkalke, 40 m über der Grenze Ulmensisschichten/Zementmergel. Überall hat die Kartierung gezeigt, daß Verwerfungen nicht im Spiel sind.

Im südlichen Kartiergebiet mögen wegen der ausgedehnten Waldbedeckung viele Vorkommen unerkannt geblieben sein, einige können aber doch beobachtet werden:

Ein prächtiger Aufschluß allermindestens 40 m zu hoch liegender Siliceuszone befindet sich westlich an der Straße Sigmaringen—Jungnau kurz vor km 39 (s. Abb. 8 u. Taf. 1, Fig. 1). Zwischen zwei Felsenkalkklötzen, davon der süd-

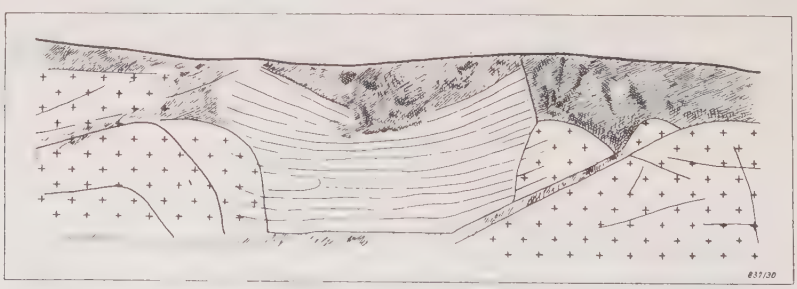


Abb. 8. Sekundärmulde in der Siliceuszone an der Straße Sigmaringen-Jungnau.

liche mit ausgeprägt schaliger Struktur, sind Bankkalke eingelagert, deren Bankungsfugen (bedingt durch Einschaltung dünnster Mergellagen) teilweise in die äußerste Massenkalkschale hineinreichen und sich deren Struktur anpassen, mit ihr also gleichaltrig sind, während der restliche Massenkalk bei seiner Mergelfreiheit älter ist. Die beiden Fazies stoßen ziemlich scharf gegeneinander ab; die Bankkalke liegen unten horizontal, oben greifen sie auf beiden Seiten über den Massenkalk weg und neigen sich deshalb gegen die Mitte zu. Die Bänke sind natürlich stark mit Schutt erfüllt und zeigen die für die Ulmensisschichten des südlichen Gebiets charakteristische Tigerung (s. S. 56). Fossilreste sind selten und ganz zerbrochen, immerhin bekam ich einen das Alter sicherstellenden *Perisphinctes siliceus* Qu.

Weitere Stellen mit Ulmensisschichten sind am Osthang des Zimmertals/Veringendorf, am Westhang des Stockert nordwestlich von Jungnau und südwestlich vom Großwieshof, hier nur wenige Meter in die Massenkalkoberfläche eingetieft.

Schließlich sind auch manche kleine Zementmergelfleckchen nur wenige Meter in die Massenkalkoberfläche eingetieft, z. B. beim Hof Rauschberg westsüdwestlich von Jungnau, westlich vom Frauenstock und beim Hof Hoppenthal südsüdöstlich von Jungnau.

Zusammenfassend können wir feststellen: Von der Setatuszone ab kann jederzeit auf der Hochfläche oder am Hang der Massenkalke in vorhergebildeten Dellen geschichtete Sedimentation einsetzen. Oder mit anderen Worten: Der Absatz geschichteter Sedimente ist nicht an ein bestimmtes Niveau gebunden, sondern kann in beliebiger Höhe stattfinden, wenn die Voraussetzungen dafür gegeben sind. Es werden deshalb die kleinen Unregelmäßigkeiten auf der Oberfläche der Massenkalke nicht nur durch Zementmergel, sondern auch durch Kalke tieferer Zonen ausgeglichen.

Es ist auffällig und eigentlich ziemlich überraschend, daß sich die Fazies der Schichtsedimente in Haupt- und Sekundärmulden trotz der verschiedenen Wassertiefe völlig gleicht. Wurde ich doch, als mir die Setatuszone einer Sekundärmulde bei der Kartierung bei der Ziegelhütte Neufra zum erstenmal in einem winzigen Fleck zwischen Zuckerkorn in Lesesteinen begegnete, nur durch die petrographische Ähnlichkeit zum Fossilsuchen veranlaßt! Der einzige Unterschied gegenüber der Fazies in den Hauptmulden ist eine oft reiche Schuttführung; diese hat aber mit dem Sediment an sich nichts zu tun und ist daher nicht von wesentlicher Bedeutung. Bei den Ulmensisschichten wird besonders sinnfällig, wie alle die kleinen, aber charakteristischen petrographischen Besonderheiten oben wiederkehren.

Es wäre ja durchaus denkbar, daß einzelne Mergelpartien sich in hoher Lage schon früher gebildet hätten und nur von den später abgesetzten nicht unterschieden werden könnten, aber nachdem sich auch schon Kalke so hoch finden, ist dies nicht eben wahrscheinlich. Deshalb, und da sich die Dellen nur in den oberen — neben den Zementmergeln liegenden — Teilen des Massenkalks ausgebildet haben, ist die „Mischbarkeit", das Gleichhochliegenkönnen der verschiedenen stratigraphischen Stufen, einseitig auf den Bereich der Zementmergel in den Hauptmulden beschränkt.

Diese Dellen in der Massenkalkoberfläche sind teilweise sicher primär entstanden: Die Tendenz zu schaligem Wachstum hat noch durchgeklungen, und so treten mitten im Massenkalk wieder Hohlformen auf, die die großen Hauptmulden getreu nachbilden. Klar ist dies bei den verschiedenen kleinen Sekundärmulden rings um Hochberg: Die Grenze Setatus/Siliceuszone liegt 30—35 m unter der Massenkalkoberfläche (Egelswang—Auchten—Ettenberg—Scheinenberg—Zwerchkopf—Kohlberg-Frauenstock), und die Böschungswinkel sind allseits sehr flach.

Bei der Ausmodellierung der kleinen und seichten Dellen mag vielleicht auch oberflächliche Wasserbewegung beteiligt gewesen sein, genau läßt sich dies nicht entscheiden; eine primäre Entstehung ist aber mindestens ebenso wahrscheinlich.

Auf jeden Fall sind diese Dellen prinzipiell anderer Entstehung als die eigentlichen großen Mulden. Im Gegensatz zu diesen sind sie völlige Neubildungen innerhalb der Massenkalkkomplexe und dürfen unter Umständen mit Atolls verglichen werden. Ich möchte sie zum Unterschied gegen die primär gebildeten Hauptmulden „Sekundärmulden" nennen.

Ob der verschieden späte Beginn der Ausfüllung darauf beruht, daß die betreffenden Hohlformen erst unmittelbar vorher geschaffen wurden, oder ob der Absatz nur durch oberflächliche Wasserbewegung eine bestimmte Zeit lang verhindert, oder gar bereits Sedimentiertes wieder ausgeräumt wurde, ist schwer zu sagen.

Es scheint jedoch, daß einmal begonnene Sedimentation nicht mehr unterbrochen wurde, daß vielmehr mit verminderter Mächtigkeit das Profil der Hauptmulden sich oben im kleinen wiederholt: Von verschiedenen Punkten wurde die Grenze Setatus/Siliceuszone genannt, und am Nordhang des Tiefen Tals bei seiner Einmündung ins Laucherttal unterhalb Jungnau ist noch das ganze Profil Setatuszone/Zementmergel erhalten. Die Zementmergel sind dabei nur wenige Meter mächtig, und zwar schon ursprünglich, denn ihre Oberkante paßt sich in die ebene Massenkalkoberfläche Emmetberg—Ghaiberg Entenberg—P. 668,9 (s. darüber u.) ein, die Ulmensisschichten messen 15 m und die Setatuszone 10 m. Diese Werte sind aber wahrscheinlich in Wirklichkeit kleiner, da unmittelbar neben der hier etwa 110 m betragenden Ostverwerfung des Lauchertgrabens wohl eine Schiefstellung stattgefunden hat, und sie dann mit dem Fallen (nach W) gemessen wurden. Am Hang des noch in die Muldenbasis eingesenkten Tiefen Tals kann ermittelt werden — vgl. das Beispiel von Gammertingen S. 89 — daß wie bei Hochberg auch hier die Böschung flach ist.

So anziehend das Vorhandensein der Sekundärmulden vom stratigraphischen Standpunkt aus ist, so unangenehm ist es — besonders bei der gleichen faziellen Ausbildung — vom tektonischen aus. Durch die Betrachtung der weiteren Umgebung eines Fundorts wird jedoch ein Urteil darüber, ob es sich um eine Haupt- oder Sekundärmulde handelt, stets möglich sein: eine Sekundärmulde zeichnet sich durch ihre mächtige Massenkalkunterlage bzw. ihre geringe Eintiefung in die Massenkalkoberfläche aus, ferner häufig durch ihre Kleinheit, was besonders beweisend ist, wenn sie mit oberen Teilen der geschichteten Fazies erfüllt ist, denn jede Haupt-

mulde besitzt um diese Zeit schon einen beträchtlichen Durchmesser; schließlich, wenn eine derartige Feststellung überhaupt möglich ist, durch eine reduzierte Mächtigkeit nach Art des Jungnauer Beispiels.

Auf der Karte sind die Setatuszone und die Ulmensisschichten der Sekundärmulden durch eine Schraffur von denen der Hauptmulden getrennt gehalten worden.

Die Sekundärmulden wurden auch in Abb. 2 (S. 92) dargestellt. Abb. 9 soll einen schematischen Querschnitt und das Verhältnis von Haupt- und Sekundärmulden zeigen.

Abb. 9. Schema des Verhältnisses von Haupt- und Sekundärmulden.

11. Abtragungserscheinungen am Massenkalk

Die Massenkalkhänge aller stark ausgeräumter Mulden weisen übereinstimmend im Bereich der Ulmensisschichten und oft auch noch der unteren Zementmergel bei gleichmäßiger Böschung keinerlei Spuren der geschichteten Fazies mehr auf, während Zementmergel vielfach in kleinen und kleinsten Fleckchen erhalten sind, z. B. besonders zahlreich westlich von Jungnau oder am Osthang vom Egertsbühl/Gammertingen. Diese können bei ihrer Weichheit und damit leichten Zerstörbarkeit nur in „Hohlformen 2. Ordnung" vor der Abtragung geschützt worden sein. Häufig zeigt in der Tat schon die Morphologie des Hangs deutlich (z. B. bei den kleinen Flecken nördlich vom Härtle/Jungnau), daß sie nicht dem Massenkalk aufgesetzt sind, sondern im Grunde kleiner Nischen liegen.

Am Osthang des Galgenbühls nordwestlich von Veringenstadt sind einige derartige Löcher mit noch teilweise erhaltener Mergelfüllung sehr schön erschlossen (siehe die schematische Skizze, Abb. 10). Wir dürfen hier schon von richtigen kleinen Hohlkehlen sprechen.

Abb. 10. Kleine mit Zementmergeln erfüllte Hohlkehle am Muldenrand. Galgenbühl bei Veringenstadt.

In größerem Maßstab tritt diese Erscheinung als plötzliche Versteilung eines Massenkalkhangs auf. Gleichzeitig verflacht sich das drunter liegende Stück, so daß sich die beiderseitigen Ausschläge kompensieren und der Böschungswinkel im ganzen normal bleibt. Dies könnte zwar eine mehr oder weniger rezente Erosionsform sein, wenn sie auch bei der Art ihres Auf-

tretens — irgendwo beliebig an einem sonst regelmäßig abfallenden petrographisch einheitlichen Hang — schwer erklärbar wäre, an solchen Stellen aber, an denen geschichtete Fazies ganz oder nahezu bis an den Fuß eines solchen kleinen Steilhangs erhalten ist, ist dessen Anlage nachweislich schon jurassisch erfolgt.

So liegen beim Trieb südöstlich von Bitz obere Ulmensisschichten ziemlich nahe an dem kleinen, aus Zuckerkorn bestehenden Steilabfall, dem sogar noch ein kleines Fetzchen Zementmergel eingelagert ist. Der Steilhang verliert sich rasch nach beiden Seiten. Ein Isohypsenbild und ein Querschnitt der steilsten Stelle sind in Textabb. 11 dargestellt. Entsprechende Bilder bieten sich beim P. 812, 1,5 km südöstlich

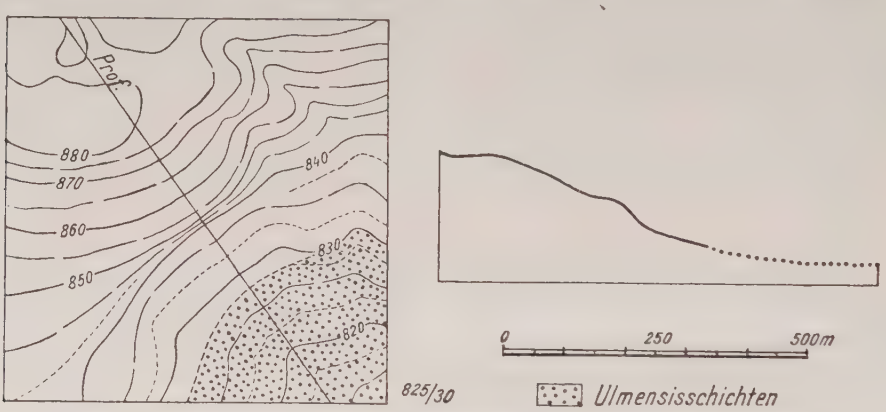


Abb. 11. Plötzliche Versteilung im Massenkalk am Muldenrand. Trieb bei Bitz.

von Bitz, sowie südlich der Roßstelle, hier allerdings ohne erhaltene geschichtete Fazies.

Nicht so ausgeprägt und im Gelände besser zu sehen als auf der Karte ist die Erscheinung südlich vom Auchten/Hochberg und westlich vom Kreuzbühl/Jungnau.

Ferner liegen an manchen Stellen, z. B. gegenüber dem Hohlen Fels südöstlich von Bitz, südlich der Weihenbrunner Halde südlich von Jungnau und westlich vom Gespaltenen Felsen im Donautal Massenkalk und Zementmergel mit steiler Grenzfläche nebeneinander, wobei das Erreichen der Talsohle leider die Beobachtung über den Fortgang in die Tiefe verhindert. Der Analogieschluß ist aber wohl erlaubt, daß der sichtbaren Versteilung unter Tag eine Verflachung entspricht. Es handelt sich dabei überall um oberste Zementmergel, wie die Überlagerung durch die Hangenden Bankkalke beweist.

Selten ist es sogar zur Bildung mächtiger Hohlkehlen gekommen. Schmierer (1902, S. 534 35) hat von Nusplingen schon eine solche beschrieben; auch an der Donautalstraße etwas unterhalb vom Bahnhof Inzigkofen sind sie ausgezeichnet erschlossen (s. Taf. 3, Fig. 9).

Etwas unruhig gelagerte Bankkalke füllen hier, ähnlich der Schmierer'schen Zeichnung, nur in viel größerem Ausmaß, glatt ausgeschliffene Löcher im Massenkalk aus und liegen deshalb senkrecht unter ihm. Aus der Art der oberen Grenze der Bankkalke geht hervor, daß sich der Kalkschlamm zwischen die Unregelmäßig-

keiten im Massenkalk — und alle restlos ausfüllend — hineingezwängt hat, daß sich der Massenkalk nicht nach und über der geschichteten Fazies gebildet haben kann. Einmal ist eine solche Hohlkehle von der Rückseite her nahe ihrer tiefsten Stelle geschnitten, so daß die betreffende senkrechte Wand aus Massenkalk in der Mitte ein Oval allseits diskordant angelagerter Bankkalke enthält. Die Bänke sind meist durch und durch von Schutt erfüllt, nur stellenweise hat eine Sonderung in reinen Kalk und kleine Schuttbänkchen stattgefunden. Dünne Zwischenlagen stark toniger Kalke mit vielen stylolithisch gerauhten Lösungsflächen oder Mergellagen unterbrechen die Bänke. Ammoniten sind nicht zu selten, aber so zerbrochen, daß sich eine einwandfreie Bestimmung nicht durchführen ließ. Ihrem ganzen Charakter sowie dem des Gesteins nach handelt es sich aber zweifellos um Ulmensisschichten, wahrscheinlich sogar um Siliceuszone. Die Hohlkehlen liegen höchstens 30 m unter den Hangenden Bankkalken, ungefähr 30 m über der Grenze Ulmensisschichten/Zementmergel.

Auch bei Gammertingen sind ähnliche Verhältnisse am Muldenrand in der Höhe der Zementmergel erschlossen: An der alten Straße nach Neufra stehen bei 705 m Massenkalke an neben Mergeln, die stellenweise so hart und kalkig sind, daß sie im Schutz hangender Felsen selbst frei aus dem Hang heraustreten, während sie in der Grube dicht nebenan wieder stark tonig sind. Massenkalk und Mergel liegen wirr durcheinander; der Massenkalk bildet dabei das feste Gerippe, zwischen das die Mergel in Löchern seitlich und oben hineingeschwemmt wurden. Schuttbänkchen sind nicht selten (s. Taf. 2, Fig. 5). Vereinzelt fallen die Mergelbänke deutlich gegen das Muldeninnere, also nach Osten hin ein. Auch am Rain der neuen Straße bei der südlichen Kehre hängt ein kleiner, stark brecciöser und kieselsäureführender „Stotzen" über Mergel über. Dasselbe Bild bietet der Eisenbahneinschnitt auf 700 m Höhe nördlich vom Egertsbühl; auch hier fallen einzelne Mergelbänke gegen das Muldeninnere, in diesem Fall gegen Nordnordosten ein.

Eine begriffliche Trennung zwischen den eben besprochenen Erscheinungen und den Sekundärmulden ist nicht ganz scharf durchzuführen, da kleine primäre Wachstumsunregelmäßigkeiten und nachträgliche Aufarbeitung am Hang wie auf der Massenkalkoberfläche stattgefunden haben können. Bei der Lesesteinkartierung am Hang ist eine Entscheidung über die ursprüngliche Beschaffenheit der Verbandsverhältnisse von zoogener und geschichteter Fazies natürlich nicht mehr möglich.

Die Zusammenfassung aller Beobachtungen ergibt, daß derartige Unregelmäßigkeiten auf die oberen 30 m der Massenkalkhänge beschränkt sind, daß nur hier am Muldenrand häufig eine gewisse Verzahnung der beiden Fazies vorliegt.

Die meisten Vorkommen liegen deshalb wie die der Sekundärmulden im Bereich der Zementmergel. Nur im Nordwesten, wo die Mergel weniger mächtig sind als 30 m, treffen wir sie schon an der Grenze Ulmensisschichten/Zementmergel (Bitz). Ebenso ist die Hohlkehle von Nusplingen eine derartig bedingte Ausnahme.

Dies legt in Verbindung mit der Form die Deutung nahe, daß es sich in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle um Abtragungserscheinungen, nicht um primäre Wachstumsunregelmäßigkeiten handelt. Als Agens steht uns die Brandung zur Verfügung, die an den obersten Massenkalkgipfeln genagt

hat und zur Zerstörung ja genügend Zeit hatte (Setatuszone bis obere Zementmergel). Daß die Ausbildung schon frühzeitig begann, beweisen die mit Ulmensisschichten erfüllten Hohlkehlen von Laiz. Sie werden ihre frühe Plombierung irgend einem Zufall verdanken, denn im allgemeinen wird wohl der Vorgang der Zerstörung am selben Ort immer weiter fortgeschritten und die Zuschüttung erst erfolgt sein, wenn die allgemeine Sedimentation die betreffende Höhe erreicht hatte. Die meisten Hohlformen sind deshalb mit Zementmergeln erfüllt.

12. Der Schuttfall vom Massenkalk in die Mulden hinein

Während in den Schwammgebieten des Unteren Malm (vgl. E. Fischer 1913; Krumbeck 1928) die geschichtete Fazies durch eine reiche Schuttführung ausgezeichnet ist, und die den älteren Teilen des Massenkalks altersgleichen Quaderkalke fast durchweg „pseudoolithisch" sind, ist der Obere Malm bemerkenswert arm an entsprechenden Bildungen.

Erst Schmierer (1902, S. 538) hat auf die weite Verbreitung von Breccienbänken aufmerksam gemacht, nachdem sie vorher nur von wenigen Stellen (Dolderbrunnen/Münsingen, Luizhausen, Eichbohl/Mauenheim, Ulmer Gegend, Nusplingen) beschrieben worden waren. Schmierer legt die meisten auf seine stratigraphische Grenze ε/ζ oder nur wenige Meter darüber, bezeichnet sie deshalb als „Grenzbreccien" und sieht in ihnen das Erzeugnis von Wasserbewegungen, die zur Bildung von Mulden führten. Stratigraphisch höhere Breccien führt Schmierer nur aus den Nusplinger Plattenkalken und den Zementmergeln von Sozenhausen und Beiningen an, hier aus Korallen bestehend. Sie stellen die „Wilden Portländer" dar, die auch sonst — mit oder ohne Korallen — in der Heidenheim—Ulmer Gegend aufgefallen sind (z. B. Engel 1908, S. 465, Berckhemer 1924, S. 26).

Berckhemer (1919, S. 52/57) führt die Entstehung der Schmierer'schen Grenzbreccien nicht auf Trümmerbildung zurück, obwohl er nicht bestreiten will, daß dies auch im Oberen Malm vorkommen kann, sondern denkt an „Subsolifluktion noch plastischen Materials". Er schreibt: „Das Felsenkalksediment war in plastischem Zustand, als es seiner ursprünglichen Lagerstätte entführt und mit dem Schlamm verknetet wurde... So müssen wir uns vorstellen, daß während der ganzen Ablagerungszeit der Felsenkalke immer wieder das Sediment lawinenartig niederbrach und wirr durcheinandergeknetet liegen blieb." Daß für die Stellen, die Berckhemer im Auge hat, seine Erklärung zutrifft, kann nach der Schilderung, die er davon gibt, nicht bestritten werden, wenn auch die Einschränkung gemacht werden muß, daß natürlich nur eine dünne äußere Haut auf dem Massenkalkhang in plastischem Zustand gelegen haben kann und mit den eigentlichen Felsenkalken wohl kaum etwas zu tun hatte.

Im Lauchertgebiet konnte ich derartiges nicht feststellen, alle der geschichteten Fazies eingelagerten Schuttbänke sind vielmehr aus einzelnen scharfbegrenzten Körnchen zusammengesetzt. Vielfach gewinnt man, wie Hennig (1923, S. 213) schreibt, „den Eindruck der Zerstückelung riffartig vorragender Gesteine durch Brandungseinwirkung".

Neben durchaus scharfkantigen Stückchen liegen viele mit gerundeten Ecken (im Dünnschliff untersucht), was ja bei der relativen Weichheit trotz des geringen Transportwegs verständlich ist. Es kann daher nicht in strengem Sinne von „Breccienbänken" gesprochen werden, und ich möchte die Ausdrücke Schutt bzw. Schuttbank benützen. Die Packung ist oft ziemlich dicht, „Gerölle mit Eindrücken" sind nicht selten.

Der Ausdruck „Grenzbreccie" darf nicht in stratigraphischem, sondern nur in topographischem Sinn verwendet werden, denn die Schuttbänke verdanken ihre Entstehung nicht einem kurz dauernden Vorgang, sondern können den Ulmensisschichten und Zementmergeln in jeder Höhe eingelagert sein; wohl aber sind sie auf die Grenze zwischen geschichteter und ungeschichteter Fazies beschränkt und greifen auffallend wenig weit in innere Teile der Mulden vor. Auf der Karte des Gebiets Bitz–Neufra wird dies deutlich, da Schuttführung durch Punktierung dargestellt ist. Der Schutt tritt auch am Muldenrand nicht in ungeschichteten Massen auf, sondern ordnet sich der normalen Bankung ein und fällt deshalb nicht unter den Begriff „Überguß-schichtung". Er ist zwischen die geschichtete Fazies nicht nur in Form der selbständigen, mehr oder weniger mächtigen Schuttbänke eingeschaltet, sondern auch in gleichmäßiger, mehr oder weniger weitmaschiger Verteilung innerhalb einzelner oder mehrerer Bänke der normalen Ausbildung. Den Profilen aus den Ulmensisschichten von Neufra und Gammertingen, alle nahe dem Muldenrand aufgenommen, können Angaben über die Art des Auftretens entnommen werden. Es zeigt sich eine völlig regellose Abwechslung reiner, schwach schuttführender und nur aus Schutt bestehender Bänke. Das Aus- und Einsetzen der Schuttbeimengung ist nicht an Bankungsfugen gebunden, sondern kann mitten in einer Bank erfolgen. Der Schutt kann in kalkigem oder mergeligem Bindemittel liegen.

Aus seiner Menge darf auf Muldenrandnähe geschlossen werden. Dieser Satz ist aber nicht umkehrbar, denn der Schutt fehlt vielfach ganz, so daß reine geschichtete Sedimente unmittelbar an Massenkalk grenzen (z. B. Aufschluß südlich von Gammertingen, S. 101) oder nur einige, höchstens zentimeterstarke Schuttbänder entwickelt sind (aufgeschlossen z. B. am Weg, der südlich vom Freudenweiler am Osthang der Kienerhalde vom Harthauser Tal in die Höhe führt). Eine Gesetzmäßigkeit in der Verteilung der Stellen mit reichem Schuttfall scheint nicht vorhanden zu sein (s. Karte; man muß bei der Deutung des Kartenbilds daran denken, daß es einen willkürlichen Horizontalschnitt durch eine Mulde darstellt, daß die Schuttverteilung 10 m höher vielleicht ganz anders aussieht). Zwischen starker und fehlender Schuttführung bestehen dabei natürlich alle Übergänge.

Ein Profil unmittelbar neben Massenkalk liegender, geschichteter Fazies ist am westlichen Hang des von der Ziegelhütte Neufra nach Norden ziehenden Trockentals 100 m talauf im Wald erschlossen. Aus dem Waldboden treten einzelne Bänke mit *Perisphinctes siliceus* Qu. heraus, die in der ganzen Höhe des Profils fast ausschließlich aus kleinen Schuttstückchen bestehen. 50 m weiter westlich sind die meisten Bänke schon ganz rein! Im Bruch beim Bahnhof Hanferthal (s. Taf. 4, Fig. 12) stoßen sehr fossilarme Bankkalke der Siliceuszone (*Perisphinctes siliceus* Qu. fand sich aber doch in einem Exemplar) an Felsenkalk. Die oberen 270 cm sind die charakteristischen getigerten Kalke; die Mergellagen schwanken hier sehr stark auf und ab, so daß gelegentlich

sogar ganz abgeschnürte Kalklinsen entstehen, eine Erscheinung, die mir sonst nirgends begegnet ist. Die unteren 430 cm sind regelmäßig gebankt, mit mehr oder weniger dicken, eben durchziehenden Mergellagen; die Tigerung fehlt. Wegen einer kleinen Störung ist der Kontakt des oberen Teils mit dem Felsenkalk nicht mehr zu sehen, der untere führt an der massenkalkfernsten (30 m) Stelle nur wenige kleine Schuttstückchen; sie vermehren sich sehr rasch, auch die Mergellagen füllen sich mit ihnen an und in nächster Nähe der Grenze bestehen die Bänke fast ausschließlich aus Schutt und unterscheiden sich nur noch durch die Bankung vom Massenkalk, auch einzelne Mergellagen verlieren sich gegen den Rand. Die Ausbildung wird hier auch gern etwas schlierig. Wie rasch die Bänke rein werden, prägt sich auch darin aus, daß die höheren noch rein sind, wo die tieferen schon fast ganz aus Schutt bestehen, weil sie weiter vom jeweiligen Muldenrand entfernt sind als die senkrecht darunter liegenden. Es wird so verständlich, weshalb Schutt in den Aufschlüssen der geschichteten Fazies im allgemeinen nicht anzutreffen ist und sich der Beobachtung entzogen hat.

Wie einzelne Bänkchen gegen das Muldeninnere zu auf kurze Strecke auskeilen, zeigt sich bei Gammertingen: Die zwei alten, unmittelbar am Rand liegenden Anbrüche (Obere Ulmensisschichten) an der Straße nach Neufra, 705—710 m hoch, enthalten einige Schuttbänkchen, die dem Profil des Eisenbahneinschnitts fehlen; die hier zwischen den (randnäheren!) unteren Bänken liegenden fehlen dem noch weiter innen befindlichen Bruch Güntner (s. Tabelle 1, S. 53).

Es sollen zwei Profile, nahe dem Muldenrand, aber mit deutlich ausgeprägt periodischer Schuttführung, folgen.

Profil 13

Bruch in der Siliceuszone westlich der Wallfahrtskirche Dillstetten/Veringenstadt. (Fossilführung s. S. 52) (s. Taf. 3, Fig. 8).

345	cm	In der linken Hälfte des Bruchs ein Schwammstotzen (s. u.), in der rechten ziemlich kristalliner Kalk mit Kieselknollen und reicher Schuttführung mit unregelmäßiger Bankung.
13	„	Kalkbank, unten schwach, oben stark schuttführend.
27	„	Kalkbank mit wenigen isolierten Schuttstückchen.
5	„	dünnplattiger, mergeliger Kalk.
43	„	Kalkbank mit vielen isolierten Schuttstücken, unterer Teil in stark wechselnder Dicke (2—20 cm) als reine Schuttbank entwickelt.
29	„	Reine Schuttbank.
31	„	Kalkbank mit sehr wenigen Schuttstückchen.
7	„	dünnblättrig aufspaltender kalkiger Mergel.
68	„	Kalk, unten mit wenigen Schuttstückchen.
10	„	blättriger, kalkreicher Mergel.
8	„	reiner Kalk.
49	„	Kalk, mit wenigen Schuttstückchen.
4	„	blättriger Mergel.
30	„	äußerst fossilreicher Kalk mit wenigen Schuttstückchen.
4	„	blättriger Mergel.
29	„	Kalk mit sehr vielen Schuttstückchen.

Schutthaltige Mergellage.
5 „ blättriger kalkiger Mergel.
30 „ reiner Kalk.
3—4 „ blättriger Mergel.
51 „ Kalk mit wenigen Schuttstückchen.
8 „ reiner Kalk.
Dünne Mergellage.
41 „ Kalk mit vielen kleinen Schuttstückchen.
Dünne Mergellage.
46 „ derselbe Kalk.

Profil 14

Bruch in den Zementmergeln am Südausgang von Jungnau an der Römerstraße. (s. Taf. 2, Fig. 6).

200 cm fester, grauer, reiner Mergel. Undeutlich gebankt, in kleine Scherben zerfallend.
32 „ harte Schuttbank mit stark zurücktretendem, kalkigem Bindemittel. Korngröße gering.
15 „ reiner, weicher, blättriger Mergel.
46 „ stark kalkiger Mergel, durchsetzt mit kleinen Klümpchen aus sehr kleinen Schuttstückchen.
45 „ reiner, weicher, blaugrauer Mergel, in kleine Scherben zerfallend.
18 „ harte Schuttbank mit stark zurücktretendem, kalkigem Bindemittel. Korngröße gering.
42 „ weicher, grauer Mergel, in kleine Scherben zerfallend. Spärlich mit kleinsten Schuttstückchen durchsetzt.
19 „ Schuttbank mit mergeligem Bindemittel.
21 „ weiche, graue Mergel, mit spärlich verteiltem Schutt.
70 „ grobkörnige Schuttbank. In einer stark zurücktretenden, nur das Zwischenmittel bildenden Grundmasse aus braunem, lehmigem Mergel liegen aus kleinen und größeren Schuttstückchen zusammengebackene Knollen von einer durchschnittlichen Größe von etwa 5 cm Durchmesser, daneben Stücke eines violettbraunen, ziemlich kristallinen, äußerst harten Massenkalks mit muschligem, splittrigem Bruch und vielen, gut erhaltenen Schwämmen („*Platychonia vagans* Qu."). An der Untergrenze der Bank erreicht ein solcher Block Maße von 40×30×30 cm, nach oben werden die Dimensionen kleiner bis zu Faustgröße. Neben diesen maximalen Größen liegen aber alle kleineren ungesondert durcheinander.
200 „ ±? völlig reiner, fast lehmiger Mergel.

Die Grenze gegen die Ulmensisschichten liegt etwa 2 m tiefer.

Die Größe der Schuttstücke hat hier in der 70 cm-Bank ein riesiges Ausmaß erreicht, denn auch die großen, schwammreichen Kalkblöcke sind keine autochthonen Schwammwucherungen in der Mergelmulde, da zwischen ihnen und dem kleinsten Grus alle Übergänge vorhanden sind und dies eine einheitliche Entstehung fordert; dann sind die Blöcke eckig begrenzt, Schwämme brechen am Außenrand unvermittelt ab, dieser kann also nicht primär so geformt sein; und zwischen dem stark

lehmigen Bindemittel und den Blöcken aus nahezu reinem Kalk bestehen keinerlei petrographische Übergänge, die bei Gleichzeitigkeit vorhanden sein müßten. Denken wir uns den Schutt weg, so bleibt die für die Zementmergel übliche Folge von harten, stark kalkhaltigen, mergeligen und tonigen Lagen.

Die Schuttbänke sind nicht immer als regelmäßige, gleich dicke, horizontale Platten entwickelt, häufig wechseln sie in der Mächtigkeit äußerst stark, sie sind oft taschen- und rinnenförmig in die liegende Bank eingesenkt, oder der Schutt durchzieht in netzförmig zusammenhängenden schmalen Kanälen im übrigen reine Bänke. Ein Querschnitt der in Profil 7, c, S. 42 erwähnten Bank in der Siliceuszone soll dies zeigen (Abb. 12).

Abb. 12. Verteilung des Schutts in einer Bank der Siliceuszone.
Alte Steige bei der Ziegelhütte Neufra.

Auf den Fossilgehalt wird unten zurückzukommen sein.

Die Frage nach Ort und Ursache der Entstehung des Schutts ist verschieden beantwortet worden. O. Fraas (1866, S. 7) denkt an subaërische Abtragung; Schmierer (1902, S. 537) auch, vor allem aber an Brandung; Hennig (1923, S. 13) ebenfalls an Brandung; Berckhemer (1919) befaßt sich im wesentlichen nur mit den „Pseudobreccien", die ja etwas anderes sind als die echten Schuttbänke. Gegen eine subaërische Abtragung spricht, daß an vielen Stellen der Massenkalkoberfläche Schwammwucherungen der Zementmergelzeit aufsitzen und daß selbst in den obersten Schuttbänken innerhalb der Zementmergel, unmittelbar unter der Obergrenze der Massenkalke Reste von marinen Organismen eingebettet sind, die ihrem Charakter nach auf zoogenen Bildungen gelebt haben, aber nicht in schon fossilem Zustand umgelagert wurden (darüber s. u.) (z. B. Schlichte südöstlich von Bitz).

Die subaquatische Abtragung kann nicht Kuppen, die heute ganz beseitigt wären, betroffen, also die ebene Massenkalkoberfläche erst geschaffen haben, denn diese ist — wenn es vorweggenommen werden darf — primär angelegt. Sie muß sich vielmehr an den uns erhaltenen Massenkalkhängen abgespielt haben; der Schutt stammt ausschließlich von der Bildung der in Abschnitt 11 besprochenen Abtragungserscheinungen (eine Ausnahme könnte höchstens beim Sonderfall Nusplingen in Frage kommen).

Der direkte Zusammenhang zwischen diesen und dem Schutt kommt in dem Vorliegen mächtiger Schuttmassen am Fuße heute noch erkennbarer Versteilungen (Trieb/Bitz, Bruch Jungnau) zum Ausdruck, wie auch viele der kleinen Mergelfleckchen am Hang stark schutterfüllt sind (z. B. am Osthang des Egertsbühl/Gammertingen). Daß auch in tieferen Teilen der Mulden erodiert wurde, möchte ich nicht annehmen. Stärkere

Wasserbewegung war unten wegen der geschlossenen Form der einzelnen Mulden so wenig möglich wie in späteren Stadien des Schwammbankwachstums (s. S. 91—92), so daß die Abtragungserscheinungen auf die Höhe beschränkt sind (s. S. 107). (Dafür spricht auch die außerordentlich regelmäßige Lagerung der geschichteten Sedimente in den Mulden). Darin liegt zugleich die Erklärung für die geringe Menge des Schutts. Was in einer geringmächtigen Zone — und keineswegs intensiv — losgerissen wurde, wurde auf eine 2—3 fach größere Tiefe verteilt. Und flache Hänge, wie sie die Schwammbänke aufweisen, sind schon an und für sich nicht zur Bildung großer Schuttmassen geeignet!

Der Schutt gelangte auf diesen flachen Hängen im allgemeinen nicht sehr weit in die Tiefe: trotzdem die Höhenunterschiede in der Setatuszone am schroffsten sind, fehlt er ihr ganz (tritt aber bezeichnenderweise in den in der Brandungszone gelegenen Sekundärmulden schon auf; S. 85!). Auch in den Ulmensisschichten ist er meist spärlich und nimmt in gleich weit vom Muldenrand entfernten Profilen (etwa Neufra, Tabelle 1, S. 53) nach oben zu. Durchweg scheint nach oben auch die Korngröße zuzunehmen.

Dem Fehlen von dauernden Wasserbewegungen dürfen wir es wohl auch zuschreiben, daß der Schutt meist auf den Hängen liegen blieb und nur in die stetig weiter abgelagerten geschichteten Sedimente jeweils randlich hineingearbeitet wurde. Bei den wenigen Vorstößen weiter in die Mulden hinein dürfen wir vielleicht an die Wirkung von Stürmen denken.

Selbständig gebliebenen grobstückigen Schutt glaubte ich bei der genauen Kartierung Bitz—Neufra am Muldenrand verschiedentlich zu erkennen, so am Westhang der Reihe Großhohen—Ebnisberg Kristleberg östlich vom Freudenweiler, und westlich von P. 751,3 südlich der Ziegelhütte Neufra. Es ist zu erwarten, daß bei einer sorgfältigen genetischen Analyse des Massenkalkrands derartige Bildungen in größerer Häufigkeit erkannt werden können. Eine kleine Skizze (Abb. 13) soll schematisch die Abtragungserscheinungen und den Schuttfall darstellen.

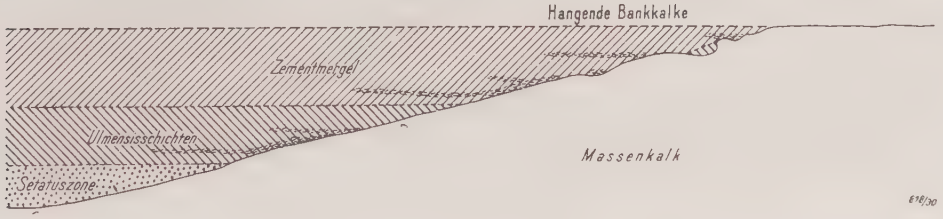


Abb. 13. Schematische Darstellung der Hohlkehlenbildung und des Schuttfalls am Muldenrand.

13. Der Wechsel der Meerestiefe von den Quaderkalken bis zu den Zementmergeln

Der große Unterschied zwischen Quaderkalken und dem Oberen Malm in der Art der Schuttführung ist auffällig. Er ist dadurch bedingt, daß im unteren Ober-ε die Schwammbänke noch nicht so hoch und noch nicht so zahlreich waren und der Schutt deshalb über weitere Strecken verfrachtet werden konnte; dies geschah durch Strömungen und bewegtes Wasser, wie schon ver-

schiedentlich betont worden ist (Haizmann 1902, S. 28; Schalch 1916, S. 72). Bei der großen Schuttmenge dürften übrigens die ersten Anlagen der Schwammbänke beträchtliche, wenn auch vorläufig nicht mehr zu ermittelnde Umgestaltungen erfahren haben.

Eine verhältnismäßig geringe Wassertiefe wird wahrscheinlich; E. Fischer (1913, S. 57/58) denkt für den prinzipiell gleich aufgebauten Malm β des Lochengebiets dasselbe.

Beurlen (1926) kommt auf anderem Weg zum gleichen Ergebnis. Er wies für den Unteren und Mittleren Malm eine Reihe von Zyklen nach, in deren Verlauf eine am Anfang erfolgte und wohl immer schwach weiterlaufende Senkung durch Auffüllung kompensiert wurde, so daß am Schluß die Oberflächenwellen bis auf den Meeresgrund reichen konnten, eine Unterbrechung der Sedimentation und deshalb eine Zonenvermischung der Ammoniten eintrat. Beurlen scheint, ohne sich allerdings auf einen bestimmten Wert festzulegen, für das Ende jedes Zyklus ziemlich seichtes Wasser anzunehmen. Ein derartiges Zyklusende stellt nach Beurlen die Balderuszone dar, in der wenigstens lokal (Tuttlingen) eine Zonenvermischung eintrat und auch Glaukonit gebildet wurde.

Nach oben nimmt nun der Schutt merkbar ab. Haizmann schreibt (1902, S. 528): „Nicht immer sind aber die Gastrodorus-führenden Gesteine so deutlich pseudoolithisch, häufig werden sie auch, besonders gegen oben (im Original nicht gesperrt) feinkörniger, ja fast dicht, und zeigen dann nur an den Verwitterungsrändern das sandige Gefüge". Im Lauchertgebiet (und nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. Berckhemer auch bei Grabenstetten) wird in Übereinstimmung damit die Schuttführung über die schon ziemlich reinen Übergangsschichten und die Subeumelaschichten hinaus immer schwächer, um in der Setatuszone ganz aufzuhören. Die immer weiter fortschreitende Beschränkung der geschichteten Fazies auf einzelne rings geschlossene Hohlformen wird die Hauptschuld daran tragen.

Hätte aber der Sedimentniederschlag eine Erhöhung des Meeresbodens zur Folge gehabt, müßten wir in der Setatuszone im Bereich der Brandungseinwirkung sein, statt dessen konnte der Massenkalk noch um 60—100 m höher aufragen (S. 87!).

Eine wohl 50 m betragende Senkung muß deshalb für die Zeit von der Balderuszone bis zur Subeumelazone angenommen werden. (Mächtigkeit des Massenkalks von der Basis der Quaderkalke ab allermindestens 150 m, im Südosten viel mehr, während das Meer der Quaderkalke kaum tiefer, eher flacher als 100 m gewesen sein dürfte).

Von der Setatuszone bis zu den Zementmergeln einschließlich scheinen dagegen tektonische (epirogenetische) Bewegungen fast völlig geruht zu haben (über eine vielleicht stattgehabte kleine Senkung s. u.), denn die Spitzen der Massenkalke lagen die ganze Zeit über — da schon frühzeitig Hohlkehlen ausgefüllt werden konnten (S. 106) — in der Brandungszone, und die geschichtete Fazies weist gegen oben Anzeichen immer flacheren Wassers auf:

Während in der Setatuszone nicht nur Haploceraten und Oppelien, sondern auch die Perisphincten und Physodoceraten meist unzerbrochen sind, sind in den Ulmensisschichten ganze Perisphincten und Physodoceraten äußerst selten, meist sogar in sehr kleine Stücke zerbrochen; Haploceraten und Oppelien — als anscheinend viel dicker-

schalige Formen — haben sich häufig, wenn auch nicht immer, noch ganz erhalten können. Erst in den Zementmergeln sind auch sie meist zerstückelt.

Hennig (1923, S. 215) hat sodann zuerst auf eine Diskordanz bei Münsingen aufmerksam gemacht; Hangende Bankkalke liegen dort in einer tiefen, aber regelmäßig gebauten Mulde zwischen Zementmergeln. Die Schichtung innerhalb der Zementmergel macht die Wölbung in von oben nach unten stetig verschwächtem Maß mit, um wenige Meter unterhalb des Muldentiefsten allseits völlig eben zu liegen. Die Mulde ist also primär, erst in der oberen Hälfte der Mergel entstanden und Herr Professor Dr. Hennig denkt nach seiner freundlichen mündlichen Mitteilung an die Wirkung von gleichzeitigen Strömungen, die in der Muldenmitte den Absatz stark behinderten, so daß jede einzelne Zementmergelschicht sich gegen dort zu ausdünnt. Die Hangenden Bankkalke dagegen liegen diskordant, gleichmäßig und söhlig in der Mulde.

In der Grube oberster Zementmergel auf der Fürstenhöhe (S. 63) weisen zahlreiche Schalen von *Zeilleria pentagonalis* Qu. und *nattheimensis* Rollier die von Weigelt (1923, S. 21) als Reaktion auf das Trockenlaufen bei Ebbe gedeutete Wachstumsanomalie auf, die sich als wulstige Hervorhebung einzelner Anwachsstreifen oder kräftige Verdickung des Stirnrands einstellt. Lebhafte Wasserbewegungen werden durch Fazetten angezeigt, die sich an manchen Stücken angeschliffen finden, wie sie Pratje (1929) von rezenten und tertiären Schnecken und Muscheln ausführlich beschrieben hat. Die Fazetten liegen an solchen Stellen, die bei einer Gleichgewichtslage nach oben sehen, das sind in diesem Fall die stärkst gewölbten Teile der Dorsal- wie Ventralschale. Vom Rand des Anschliffs gegen das Loch zu wird die Schale konzentrisch immer dünner, und dieser Saum verminderter Schalendicke ist an Stellen flachster Schalenwölbung am breitesten. Es sind deshalb nicht einfach Löcher hineingebrochen. Übrigens sind einige Exemplare so wenig angeschliffen, daß es nur zur Ausbildung einer Platte, nicht aber eines Lochs kam. Zur Zeit der Anschleifung waren die Schalen schon mit Sediment erfüllt, denn die Ränder verdünnen sich zu einer scharfen Schneide gegen das Loch. Als Schleifmittel haben wohl kleine Schuttstückchen gedient, die allerdings an der heutigen Fundstelle der Zeillerien nicht zu sehen sind, eine nachträgliche Sonderung durch die Strömung ist aber leicht verständlich.

Schließlich mag noch angeführt werden, daß die Flachwasserbildung mit oft papierdünn abgeschliffenen Austernschalen des Hattinger Ooliths (Schnarrenberger 1913, S. 533) und vielleicht auch des Brenztalooliths (s. u.) zeitlich den Zementmergeln entsprechen.

Die Zementmergel stellen also das seichteste, die reinen Kalke der Übergangsschichten und der Subeumelaschichten das tiefste Sediment des Oberen Malm dar.

Ich möchte darauf hinweisen, daß Beurlen (1926) für den Unteren und Mittleren Malm auf Grund einer anderen Beweisführung zum gerade entgegengesetzten Ergebnis kommt, daß nämlich dort im Gefolge einer Senkung die Sedimentation von Ton und Mergel beginnt und diese beim Flacherwerden in Kalke übergehen. Im Oberen Malm kann man zunehmenden Tongehalt nicht als Funktion der Verflachung ansehen. Eine allgemeine Regel läßt sich da noch nicht aufstellen! Auch im Muschelkalk scheinen die Verhältnisse gerade entgegengesetzt zu sein.

14. Die ebene Oberfläche des Massenkalks

Von der ebenen Massenkalkoberfläche war schon häufig die Rede, aber jetzt erst sind alle Grundlagen zu ihrer Besprechung geschaffen. Vorn (S. 74) wurde schon darauf hingewiesen, daß die Hangenden Bankkalke über den Massenkalken liegen, ihnen nicht muldenförmig eingelagert sind und dementsprechende faunistische und fazielle Merkmale an sich tragen. Der Ausbiß der Grenzfläche läuft dabei zum Unterschied gegenüber den Grenzflächen der tieferen Zonen gegen den Massenkalk den Isohypsen parallel oder kreuzt sie gemäß dem tektonischen Fallen in gesetzmäßiger Weise (s. Karte): Die Massenkalkunterlage der Hangenden Bankkalke ist eine ebene Fläche.

Diese Feststellung darf auch auf die weiten Gebiete übertragen werden, in denen die Hangenden Bankkalke erodiert sind, denn der Massenkalk ragt an keiner Stelle über die Höhe hinaus, die sich für die Grenze Zementmergel/Hangende Bankkalke aus den Verhältnissen in benachbarten Mulden berechnet.

Ja, mehr noch, die ebene Massenkalkoberfläche kommt häufig heute noch morphologisch zum Ausdruck, denn viele der auf den Hochflächen des Lauchertgebiets — wie deren im Lauchertgraben abgesunkenen Teile — aus Massenkalk bestehenden Ebenen fallen mit ihr zusammen. Dies soll nun belegt werden:

Ein Blick etwa vom km 7 der Straße Ebingen—Neufra südlich von Bitz nach Nordosten zeigt nebenstehendes Bild (s. Abb. 14): Im Hintergrund ist die Mulde

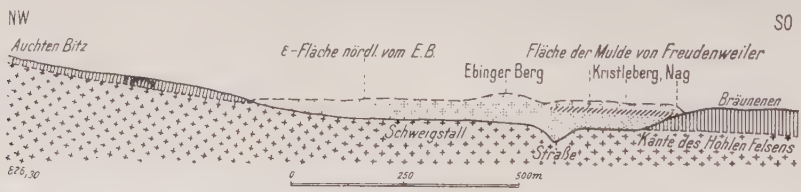


Abb. 14. Profil vom Auchten Bitz zum Bräunenen Freudenweiler. Auflagerung der senkrecht schraffierten Hangenden Bankkalke auf Massenkalk. Hintergrund tektonisch höher gestellt.

vom Freudenweiler mit ihrem Zuckerkornkranz sichtbar, weil sie wegen einer Störung höher liegt, im Vordergrund eine entsprechend dem starken Schichtfallen nach Südosten absinkende Fläche aus Massenkalk, die im Nordwesten und Südosten eine dünne Decke von Hangenden Bankkalken trägt. Besonders die zweite ist als Schichtstufe deutlich ausgeprägt, und unter ihr zieht als gut erkennbare Fortsetzung der Fläche die Linie der Felsen gegenüber dem „Hohlen Fels", — dieser selbst ist etwas erniedrigt —. Durch die auf beiden Seiten aufgelagerten Hangenden Bankkalke ist die Fläche auf direktem Weg als jurassisch bestimmt; sie wäre es aber auch nach deren Erosion, denn im Harthauser Tal liegen Zementmergel bei 785 m neben Zuckerkorn, das bis 810 m hinaufreicht. Bei der neuen Hülbe ist die Grenze Ulmensisschichten/Zementmergel bei 810 m, während gegenüber dem „Hohlen Fels" die Massenkalke bis 830 m aufsteigen. Die Differenz ist hier etwas kleiner, weil sie nicht im Streichen gemessen ist.

Analoge Verhältnisse zeigt das Bergdreieck Stockert—Emmetberg—Ghaiberg zwischen Veringendorf und Jungnau. Auf dem Stockert liegen Hangende

Bankkalke in 700 m Höhe auf Massenkalk, an dessen östlichem Hang die Grenze Ulmensisschichten/Zementmergel in 650 m Höhe ist. In genau derselben Höhe werden die Mergel zwischen Emmetberg und Ghaiberg von Bankkalken unterlagert, so daß also die Verbindungslinie Stockert—Emmetberg zugleich Streichlinie ist. Und nun liegt die Fläche des Emmetbergs bei 695—700 m und entspricht so auf den Meter genau der Basisfläche der Hangenden Bankkalke auf dem Stockert. Ein Profil soll dies anschaulich machen (s. Abb. 15). Vom Emmetberg sinkt nun die Fläche

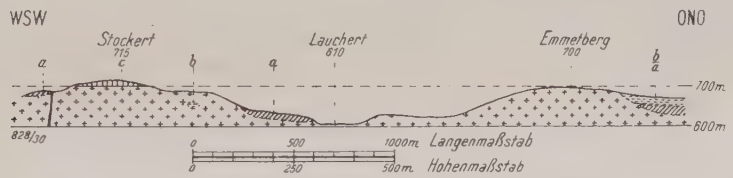


Abb. 15. Profil vom Stockert zum Emmetberg bei Veringendorf.
Kreuze: Massenkalk, a: Ulmensisschichten, b: Zementmergel, c: Hangende Bankkalke.

über den Ghaiberg zum Entenberg über 690 m auf 675—680 m, also um 20 m, kontinuierlich ab. Auf der anderen Talseite fällt die Grenze Ulmensisschichten/Zementmergel bis zur Mulde von Jungnau auf 635 m; der Betrag von 15 m entspricht wieder genau, wenn man berücksichtigt, daß seine Streichlinie nördlich am Entenberg vorbeiziehen muß. Auch in diesem Fall könnten die Hangenden Bankkalke entbehrt werden, denn die Flächen lassen sich wie die des Stockerts nach etwaiger Erosion auch von den Mulden aus als ursprünglich berechnen.

Ein drittes derartiges Beispiel bietet der Bergzug westlich Veringenstadt. Südlich des Waldteils „Eich" liegt die Basisfläche der Hangenden Bankkalke bei etwa 700 m, und das große Plateau südlich der Dachshalde besitzt dieselbe Höhe.

Konnten wir bei diesen Stellen von oben her vorgehen, Erosionsrelikte der Hangenden Bankkalke zum Nachweis benützen, so muß bei ihrem Fehlen die Bestätigung von unten, von der Mulde her, erfolgen.

Eine solche große Fläche ist z. B. die des Häger und Härlebühl mit ihrer Fortsetzung nach O in 757—760 m Höhe östlich Benzingen. Vergleichspunkte: Äcker (Mulde) südöstlich vom Härlebühl, südlicher Waldteil 27: Obere Ulmensisschichten bei 720 m.

Der weiten Verebnung des Scheinenbergs südlich von Hochberg in 774 m Höhe entsprechen zwei kleine Zementmergelflecke in 720 m Höhe (Mächtigkeit der Zementmergel hier allgemein 50—55 m!), sie ist also jurassisch angelegt und setzt sich fort in die des Zwerchkopfs und Frauenstocks mit 760 m, die wegen einer wenig nördlicher in geschichteter Fazies nachweisbaren Verwerfung tiefer liegen, nach Süden in die Fläche von Hoppenthal mit vielen kleinsten zementmergelerfüllten Sekundärmulden.

Die ausgedehnte Fläche zwischen Neufra und dem Birkhof mit den Höhenpunkten 768,1 und 772,7 m, gemäß dem Schichtfallen sanft gegen Südosten geneigt, erweist sich durch folgende Rechnung als primär: Westlich von P. 718 reichen die Ulmensisschichten bis 740 m hoch, erhaltene Mächtigkeit über Tag also 20 m, die fehlenden 20 m müssen unter Tag liegen, da im Hangenden der nordöstlich streichen-

den Störung Setatuszone noch ungefähr 15 m mächtig ansteht, so daß ungefähr bei 740 m die Untergrenze der Zementmergel anzusetzen ist. Deren Mächtigkeit konnte aber bei Bitz zu 25—30 m, der Differenz zwischen 770 und 740 m ermittelt werden!

Wir dürfen uns also nicht mehr vorstellen, daß die einzelnen Massenkalkgipfel ganz ungleich, weil beliebig, hoch sind, alle Massenkalkkomplexe schneiden vielmehr an einer praktisch völlig ebenen, durch das ganze Lauchertgebiet verfolgbaren Fläche ab. Diese kann nur dadurch entstanden sein, daß die organischen Bauten die Wasseroberfläche erreichten und deshalb nicht mehr höher wachsen konnten. Diese Annahme wird dadurch noch gestützt, daß in derselben Höhe unmittelbar nach dem Abschluß des Wachstums schon Brandungserscheinungen auftreten.

Eine Entstehung durch flächenhafte Abtragung eines zunächst unregelmäßigen Reliefs war während der Zuschüttung der Mulden natürlich nicht möglich; der Gedanke an eine Trockenlegung vor Ablagerung der Hangenden Bankkalke, verbunden mit der Bildung einer Peneplain durch konsequente Flüsse verbietet sich deshalb, weil dann die kleinsten mit Zementmergeln ausgefüllten Dellen ausgeräumt worden wären, weil dann die weiche zoogene Fazies der Zementmergel (s. u.) sich nicht hätte halten können, und weil dann in den Mulden eine wenigstens teilweise Ausräumung der weichen Mergel hätte statthaben müssen.

Daß natürlich unterhalb dieser Grenzfläche einzelne Massenkalkstöcke schon aufhören können, ist selbstverständlich, doch scheinen derartige Stellen selten zu sein, und es scheint als Regel zu gelten, daß alle Schwammbänke bis zur größtmöglichen Höhe angewachsen sind, ein Befund, der mit der Annahme regelmäßigen konzentrischen Wachstums gut übereinstimmt. Allseits von geschichteter Fazies umgebenen und auch von einer niedereren Zone als die Hangenden Bankkalke überlagerten Massenkalk konnte ich nur in dem wegen einer kräftigen Schiefstellung so merkwürdig geformten Massenkalkband zwischen Rauschberg und „Verbrannter Hau“ feststellen; möglicherweise gehört auch das gabelförmige Zuckerkornvorkommen in der Mulde südwestlich der Ziegelhütte Neufra diesem Typ an.

Es wäre an sich durchaus denkbar, daß in der Subeumela- oder unteren Setatuszone eine Hebung stattgefunden hat, durch die erst die Schwammbänke, die bis dahin ungehindert hatten wachsen können, rasch an die Wasseroberfläche und zum Absterben gebracht wurden, um so mehr, als um diese Zeit auch in der geschichteten Fazies ein plötzlicher Umschlag von fast rein kalkiger in tonig-kalkige Sedimentation eintrat, aber beweisen läßt sich eine derartige Annahme nicht.

15. Das Problem der völligen Zuschüttung der Mulden

Die Hangenden Bankkalke liegen nur zur einen Hälfte auf Massenkalk, zur anderen auf geschichteter Fazies, d. h. Zementmergeln (s. S. 117). Diese schneiden dabei oben an derselben Fläche ab wie der Massenkalk, haben also die Haupt- und Sekundärmulden restlos zugeschüttet, so daß die Basis der Hangenden Bankkalke eine aus Massenkalk und Mergeln ziemlich regellos zusammengesetzte Ebene ist. Die Karten bieten dafür Beispiele in Fülle.

Daß auch die Obergrenze der Zementmergel durch den einstmaligen Wasserspiegel bestimmt ist, ist natürlich ausgeschlossen, denn die Sedimentation kann nicht — besonders in einem weiten Gebiet — bis zu ihm heraufgehen. Der Gedanke an nachherige Erosion wurde schon vorn abgelehnt, und so bleibt als Erklärungsversuch die Annahme einer neuen Senkung übrig. Diese mag schon ziemlich früh, in der Siliceuszone vielleicht schon, erfolgt sein und kann nur wenige Meter betragen haben, denn die Brandung konnte ja auch weiterhin kräftig wirken. Sie ist schon deshalb wahrscheinlich, weil sonst ja gar keine klastischen Sedimente in die rings abgeschlossenen Mulden hätten gelangen können und auch die Ammoniten wohl einen weiten Lebensraum verlangen.

Wir dürften uns dann vorstellen, daß die Mulden als Schlammfang gewirkt haben und sich deshalb ganz ausfüllen konnten, daß aber bei der Seichtheit und damit Bewegtheit des Wassers weitere Sedimentation nicht mehr statthatte, sobald das Relief ausgeglichen war.

Durch die Senkung würden auch lokale kräftige Strömungen innerhalb der Mulden erklärlich, deren Anzeichen ja bei Münsingen (S. 115) und der Fürstenhöhe (S. 65, 115) im Bereich der oberen Zementmergel wahrzunehmen waren.

Im Gebiet der Fürstenhöhe findet sich die einzige beobachtbare Ausnahme von der Regel, daß selbst alle kleinen Dellen durch Zementmergel ausgefüllt wurden: Hier greifen die Hangenden Bankkalke etwas zwischen die liegenden Massenkalke hinunter; so steht das Blockhaus wenige Meter über den untersten Bankkalken auf Massenkalk. Ein Zusammenhang mit der eben erwähnten Strömung ist ersichtlich, sie hat die dortige seichte Sekundärmulde offen gehalten.

Daß die ebene Massenkalkoberfläche trotzdem erhalten blieb, also die Schwämme nicht mehr weiter wuchsen, obwohl sie nun wieder Gelegenheit dazu hatten, ist verwunderlich. Tatsache ist jedoch, daß alle dem Massenkalk aufsitzenden Schwammwucherungen ein äußerst kurzes Leben hatten und deshalb nur eine dünne Decke bilden (s. u.).

Ich kann dieses Problem noch nicht als befriedigend gelöst betrachten, und es muß weiteren Untersuchungen in günstigeren Gebieten anheimgestellt werden, eine glaubhafte Erklärung für die völlige Zuschüttung der Mulden zu finden.

16. Die Küstenlinie

Da die Obergrenze der Mergel durch die Unmöglichkeit weiteren Absatzes gewissermaßen von außen erzwungen wird, besitzen diese nirgends im Lauchertgebiet die Mächtigkeit, die sie in Wirklichkeit erreichen könnten, und die großen Mächtigkeitsunterschiede (S. 63) sind eine sekundäre Erscheinung. Wir dürfen deshalb annehmen, daß die jeweils obersten Zementmergel stratigraphisch nicht gleichwertig sind, daß die Sedimentation an Stellen geringer Mächtigkeit früher beendet war als an denen mit großer, und daß wir eine natürliche Obergrenze erst in Oberschwaben finden würden. Vielleicht gelingt

es einmal, mit Hilfe einer Feingliederung der Zementmergel den exakten Nachweis dafür zu erbringen.

Wenn die Oberfläche der Mergel im Lauchertgebiet auch durch andere Faktoren bedingt ist wie die der Massenkalke, so fällt sie doch mit ihr zusammen, und da die Oberfläche der Massenkalke durch Anstoßen an den Wasserspiegel entstanden ist, entspricht die Mächtigkeit der Zementmergel an jedem Ort (vermehrt durch die paar Meter, die die Senkung nach Abschluß des Massenkalkwachstums betrug) genau der Wassertiefe an der Wende Ulmensisschichten/Zementmergel. Im folgenden seien einige Werte für die Zementmergelmächtigkeit zusammengestellt.

Neben selbstermittelten nehme ich auch noch solche aus der Literatur zu Hilfe, die ganz sicher die Gesamtmächtigkeit wiedergeben, da sie zwischen „Plattenkalken" gemessen sind. Herrn Oberlehrer Rebholz-Tuttlingen verdanke ich Angaben aus der Tuttlinger Gegend, die ebenfalls dieser Forderung gerecht werden, und ich möchte ihm auch hier für seine Freundlichkeit bestens danken.

Sind die Hangenden Bankkalke abgetragen, ihre Massenkalkbasisfläche aber noch erhalten, wie es im Lauchertgebiet so häufig der Fall ist, so gibt die Differenz der Höhen einer solchen Fläche und eines benachbarten Grenzpunkts Ulmensisschichten/Zementmergel bei Berücksichtigung des Streichens und Fallens ebenfalls genaue Werte.

In der folgenden Tabelle wurde jedoch nur die Zahl von Gammertingen auf diese Weise bestimmt.

Werte für die Mächtigkeit der Zementmergel:

80 m	Blaubeuren/Ehingen (Walther 1904, S. 157)
40 „ im N 60 „ im S	von Böhringen östlich Urach (Reich 1915, S. 55)
70 „	Münsingen (Lerchenfeld—Hungerberg)
15 „	Neuweiler (s. S. 63)
25 „	Bitz (s. S. 63)
45 „	Gammertingen (Westhang der Mulde)
50 „	Jungnau (s. S. 63)
60 „	Fürstenhöhe (s. S. 63)
50—60 „	Tuttlingen (südöstlich vom Ort, Blatt Neuhausen ob Eck, am Brenntenbühl, Heldenwang, Mariental, Hühnerhof)
50—60 „	Mauenheim (Dachsmieth—Schopfeln).

Eine Konstruktion von Isobathen (s. Abb. 16) zeigt, selbst bei den wenigen Fixpunkten, eine regelmäßige Zunahme von NW gegen SO deutlich. Eine Ergänzung nach NW ergibt, daß die Küstenlinie zur Zeit des Oberen Malm nicht weit vom heutigen Albrand zu suchen ist. Sicher muß die ganze heutige Alb die volle Profildecke getragen haben.

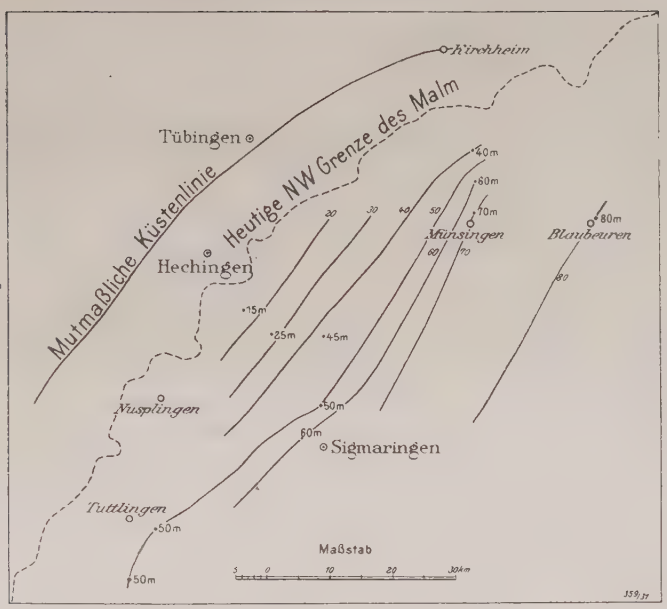


Abb. 16. Kurven gleicher Mächtigkeit der Zementmergel, also Isobathen für die Zeit der Grenze Ulmensisschichten — Zementmergel. Daraus sich ergebende mutmaßliche Küstenlinie.

In derselben Richtung wie die Zementmergel verdoppelt sich im Lauchertgebiet (anderswo habe ich noch keine Messungen vornehmen können) auch die Mächtigkeit der Ulmensisschichten (S. 37) und ändert sich ihre wie die Fazies der Setatuszone (S. 56, 33). Die Neigung des Meeresbodens war also an der Grenze Setatuszone/Ulmensisschichten noch stärker (s. die Darstellung in

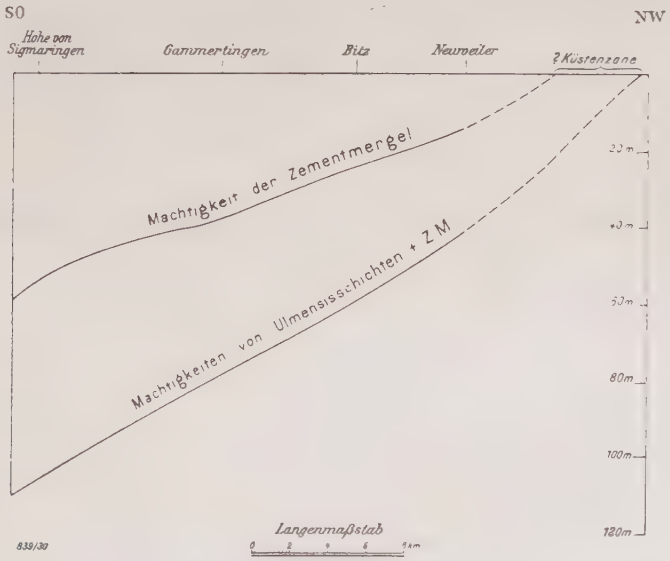


Abb. 17. Darstellung der Mächtigkeiten von Ulmensisschichten und Zementmergeln.

Abb. 17). Es ist bemerkenswert, daß die Isobathen dem heutigen Albstreichen und dem Donauabbruch annähernd parallel laufen, die Richtung also schon alt ist.

Deecke (1929) hat sich in jüngster Zeit mit der Frage nach der nordwestlichen Grenze des gesamten Malms befaßt und kommt zu einer Linie, die der eben als wahrscheinlich bezeichneten ungefähr entspricht. Deecke will sie allerdings für den ganzen Malm gelten lassen und bringt eine Beweisführung, die wohl kaum eine Berechtigung hat und die auch auf einer anzweifelbaren stratigraphischen Grundlage steht (der fränkische Massenkalk als letzter Rest des süddeutschen Jurameers!).

Nusplingen liegt der Skizze nach der Küstenlinie sehr nahe, und so wird es verständlich, weshalb gerade dort die Siliceuszone als Plattenkalk entwickelt ist und weshalb sie nach S in dicke Bänke übergeht. Durch einen günstigen Zufall ist noch der südlichste Rest eines „Solnhofener Faziesgebiets" erhalten, an dessen ehemaliger Existenz in der Lochengegend ich nicht zweifle. Vielleicht lagen dort auch die Schiefer als weithin einheitliche, ununterbrochene Decke wie bei Solnhofen—Eichstätt, während sie bei Nusplingen im Gegensatz dazu nur in kleiner Mulde zwischen Massenkalk eingebettet sind.

Nach diesen paläogeographischen wie stratigraphischen Ergebnissen (S. 78) sind die Zementmergel eine über ganz Schwaben zusammenhängende Bildung. Wenn Engel (1908, S. 464) einige Hauptgebiete anführt, so ist diese Feststellung an sich ja wohl richtig, darf aber nicht als Beweis für eine nur fazielle Natur der Zementmergel benützt werden, denn sie sind ja in ihrer Verbreitung daran gebunden, wieviel Platz der Massenkalk freigelassen hatte, dann nennt Engel ausschließlich Gegenden mit mächtiger Vertikalentwicklung. Außerdem müssen wir mit einer den ursprünglichen Zusammenhang zerreißenden Abtragung rechnen, so zwischen Tuttlingen und Sigmaringen und zwischen Gammertingen und Münsingen. Daß das ja vorwiegend klastische Material der Mergel durch Flüsse ins Meer transportiert worden sein muß, kann nicht zweifelhaft sein, ebenso, daß diese bei der Meeresvertiefung nach SO vom im NW gelegenen Festland herabkamen. Ob sich einzelne Ästuare isolieren lassen, muß noch untersucht werden, auf jeden Fall ist der „Ulmer Fluß" in seiner bisherigen Fassung (E. Fraas 1897, S. 276; Walther 1904, S. 157) unmöglich.

17. Die zoogene Facies der Ulmensisschichten und Zementmergel

Nach der Schilderung der zur Zeit der Ulmensisschichten und Zementmergel im Vordergrund stehenden anorganischen Erscheinungen bleiben noch die spärlichen zoogenen Bildungen zur Besprechung übrig.

Einen Grund dafür, daß das Wachstum der Schwämme im Lauf der Setatuszone, auch auf den doch immer vom Wasser bedeckten Hängen, plötzlich fast völlig aufgehört hat, konnte ich nicht ermitteln. Daß gleichzeitig in der geschichteten Fazies der Tongehalt wieder bedeutend wird, darf wohl kaum ausschließlich dafür verantwortlich gemacht werden, nachdem er im Malm β und in der Dentatuszone nicht hinderlich war.

Auf den Hängen der toten Schwammbänke scheint ein reiches Leben geherrscht zu haben. Wir dürfen das aus der Fauna der Schuttbänke schließen,

die in krassem Gegensatz zu der der schuttfreien geschichteten Fazies steht, wie schon Schmierer (1902, S. 551) an den den Zementmergeln eingelagerten Korallenkalkschuttbänken bei Gerhausen und Sozenhausen beobachten konnte. Die Fossilien sind natürlich zum überwiegenden Teil zerstückelt. Neben einzelnen Ammoniten (die zum Nekton gehören und deshalb reinen und Schuttbänken gemeinsam sind) und vielen Schwämmen bekam ich:

Balanocrinus sp.
Sphaerites scutatus Gf.
Cidaris elegans Gf.
Cidaris coronata Gf.
Rhynchonella trilobata Ziet.
Rhynchonella astieriana d'Orb.
Hynniphoria globularis Süss
Zeilleria sorlinensis Haas
Terebratula (Liothyrina) insignis Schübl.
Isoarca cordiformis Ziet.
Cardita tetragona Qu.
Astarte supracorallina d'Orb.
Opis cf. *suprajurensis* Ctj.
cf. *Lucina semicardo* Qu.
Anatina insignis Ctj.
Lima pratzi Böhm
Lima notata Gf.
Ctenostreon tegulatum Gf.
kleine und große scharfrippige Limen
Chlamys subtextoria Mü.
Chlamys cf. *poecilographa* Gemm. u. di Blasi
Aequipecten subcancellatus Mü.
Spondylopecten subspinosus Schlthm.
Velopecten velatus Gf.
Plicatula jurensis Römer
Plicatula silicea Qu.
Alectryonia hastellata Schlthm.
Prosopon sp., verschiedene Arten.

Diese Fossilien sind nicht mitsamt dem Massenkalk aufgearbeitet worden und gleich alt wie er, sondern die Tiere haben zur Zeit der Schuttbildung gelebt, denn sie sind in den Schuttbänken im Verhältnis viel häufiger als im anstehenden Massenkalk (stellenweise sind sie außerordentlich angereichert, so in einer Bank bei Neufra, S. 42, und ganz besonders bei Veringenstadt, Profil 13, S. 110); dann sind die Schalenbruchstücke in der Regel weit größer als die Massenkalkkörnchen und sie hängen nicht mit ihnen zusammen, sondern liegen isoliert, so daß sie z. B. aus Schuttbänkchen zwischen Zementmergeln ohne irgend welche Verwachsung mit Kalk auswittern. Selbstverständlich kommt auch der andere Fall vor — vgl. das Profil von Jungnau, S. 111 —, aber dabei wird eben der Gegensatz deutlich.

Vereinzelt finden sich in geschichteter Fazies nahe dem Muldenrand auch Fossilien, die nicht in Schutt eingebettet liegen, aber doch Fremdlinge sind und vom Schwammbankhang stammen müssen. Die Brachiopoden und Echino-

dermen aus den Zementmergeln der Fürstenhöhe (S. 65), die beiden Seeigel aus der Siliceuszone von Veringenstadt (S. 60) gehören hierher, große Brachiopoden fand ich auch in der Siliceuszone östlich vom Freudenweiler.

Zoogene Bildungen von sicher jüngerem Alter als Setatuszone fanden sich im Lauchertgebiet nicht häufig. Dazu gehören wohl alle Mergelschmitzen führenden massigen Kalke, die seitlich oder oben echtem Massenkalk als dünne Decke aufsitzen. Solche stehen im Bruch beim Bahnhof Hanferthal (bei dem kleinen, unmittelbar unter Hangenden Bankkalken gelegenen Massenkalkfleck am Kugelberg nordwestlich von Sigmaringen) und mehrfach bei der Fürstenhöhe an, hier stellenweise — so gegenüber dem Neuhaus — mit zahllosen *Terebratula (Liothyrina) insignis* Schübler, *Trigonia suevica* Qu. und Prosoponiden. Berckhemer (1929, S. 192/93) zieht in Übereinstimmung damit den den Arnegger Korallenkalk unterlagernden Massenkalk „in Anbetracht der gelegentlichen tonigen Einlagerungen" zur Siliceuszone.

Die von Berckhemer aus der Heidenheimer Gegend beschriebene „Randfacies der Massenkalke" (1924, S. 12/13) und der Flaserkalk von Bolheim (1919, S. 46/47) dürften ebenfalls hier anzuschließen sein; „die mergeligen Spongitenkalke von Sontheim a. d. Brenz" stellt Berckhemer (1929, S. 192) selbst schon zur Siliceuszone.

Es hat überhaupt den Anschein, als ob alle zoogenen Bildungen, die nicht ausgesprochener fossilarmer Massenkalk sind, jünger sind als er, die zeitliche Lücke zwischen dem praktischen Wachstumsabschluß und der völligen Zudeckung ausfüllen helfen.

So konnte Berckhemer für die Korallenfelder der Heidenheimer Gegend (1922a, S. 78; 1924, S. 20/24) Zugehörigkeit zur Siliceuszone, für den Arnegger Korallenkalk (1929, S. 192) eine zu „ζ", d. h., da sich herausgestellt hat, daß *Perisphinctes ulmensis* Oppel auf die Ulmensisschichten beschränkt ist, zu diesen feststellen, nachdem Schmierer (1902, S. 549/50) schon den Korallenkalk ins „ζ" gestellt hatte. Korallen finden ihre günstigsten Lebensverhältnisse im Flachwasser, und so paßt die Tatsache, daß „allmählich mit dem Heraufsteigen der Massenkalkriffe in die Korallenregionen sich früher oder später, hier und dort solche ansiedelten" (Berckhemer 1919, S. 50/51) gut zu der Annahme, daß die Spitzen des Massenkalks den Wasserspiegel erreichten.

Der genaue Zeitpunkt des ersten Auftretens von Korallen sollte durch eine Untersuchung der Schuttbänke in den benachbarten Mulden ermittelt werden können.

Im Lauchertgebiet habe ich nicht einmal Spuren von Korallen entdecken können. Was im Gebiet der Fürstenhöhe (beim Hof Rauschberg und beim Hof Fürstenhöhe) auf der Karte 1:50 000 mit roten Kreuzen als „Coralrag" eingezeichnet ist, konnte ich nicht aufklären, es werden wohl die Fundpunkte für die vorn (S. 62) genannten Brachiopoden und Austern gemeint sein.

Die Schwammkalke vom Nollhof gehören ebenfalls hierher.

In der älteren Literatur wie auch auf der alten Karte 1:50 000 wird „Nollhaus" angegeben. Nachdem auf der neuen Karte 1:25 000 wie im Volksmund von „Nollhof" gesprochen wird, verwende ich diesen Namen.

Achenbach (1856, S. 412/14) hat zuerst auf den reichen Fossilfundpunkt beim Nollhof nördlich von Sigmaringen aufmerksam gemacht und betont, daß die Stelle

„nach den Lagerungsverhältnissen dem Plattenkalk anzugehören scheint, aber nach dem Ensemble der Petrefakten den obersten Schichten des Massenkalks, dem Nattheimer Coralrag, entsprechen dürfte." Quenstedt (1858, S. 693) vergleicht das Vorkommen mit der bekannten Fundstelle des Örlinger Tals bei Ulm, hebt die Ähnlichkeit mit den „Schwammschichten des mittleren Weißen Jura" hervor und denkt stratigraphisch „an die untere Grenze von ζ". Im gleichen Jahr stellt es O. Fraas (1858, S. 109) zu δ: „es ist", wie er schreibt, „auf der großen Deltaplatte gelegen, die sich vom Schmiechatal zur Lauter hinzieht. Wenn auch da wie dort entschiedene Zetaschichten verführerischer Weise drüber folgen, so ist doch eben so entschieden kein Massenkalk (ε) dort."

Schmierer (1902, S. 566 und 571) und Engel (1908, S. 450) stellen es wieder zum ε, Engel, da er den Massenkalk als Korallenbildung auffaßt, zu ε′. Der Wechsel der Auffassungen erinnert fast an das Schicksal der Lochenschichten!

Der frühere Fundpunkt war der Straßeneinschnitt unmittelbar südwestlich vom Nollhof und die Äcker in dessen näherer Umgebung, auch einige halbverwachsene Anbrüche im Waldteil Öschle östlich der Straße mögen früher ausgebeutet worden sein. Gegenwärtig ist eine neue kleine, außerordentlich fossilreiche Grube rechts an der Straße Nollhof—Sigmaringen in 635 m Höhe zum Studium am besten geeignet. Ein weiterer schöner Aufschluß liegt am Weg im Trockental zwischen Weihenbrunner Halde und Großholz bei 650 m, wenig östlich der westlichen Hauptverwerfung des Lauchertgrabens.

Eine große Ähnlichkeit besteht, wie ja schon Quenstedt hervorgehoben hat, mit den zoogenen Gesteinen des Unteren Malm. Zahllose ausgezeichnet und ganz erhaltene, zweifellos autochthone Schwämme liegen in einem hellgrau bis graubraun gefärbten, stark tonigen Kalk, der petrographisch den härteren, den Zementmergeln eingeschalteten Bänken entspricht. Zwischendurch und den Kalk in kleinere und größere Linsen zerlegend, ziehen dünne Lagen stark tonigen Mergels; die Andeutung einer Bankung kommt so zustande. Einzelne Teile sind ganz schwammfrei, kleine Schuttbänkchen sind selten entwickelt. Mit den Mergeln gemeinsam ist der ziemlich hohe Eisengehalt (viele limonitische Schlieren und Flecken, häufige verrostete FeS_2-Kristalle, oft mit Bleichungshöfen), der den Übergangsschichten bis zur Setatuszone wie dem Massenkalk abgeht. Kieselsäure in kleinen Knollen, in Silifikationsringen auf Terebrateln und als Verkieselung der Schwämme ist reichlich vorhanden.

Diese Schwammkalke sitzen überall nur als dünne Haube dem Massenkalk auf. So besteht die Unterlage des neuen Aufschlusses in den etwa 2 m mächtigen mergeligen Schwammkalken aus einem steil abfallenden Massenkalkfelsen, der nur in den obersten paar Metern schwach tonig wird (Ulmensiszeit?). Unmittelbar über dem Aufschluß liegen jenseits der Straße Zementmergel! Der Aufschluß nördlich vom Großholz gar ist als kleiner Fleck allseits und oben von Zementmergeln umgeben, leider läßt sich das Liegende nicht beobachten. Wir dürfen wohl annehmen, daß die Ansiedlungsversuche wegen der zu starken Tonschüttung gescheitert sind, wie dies bei den Lochenschichten gelegentlich auch festgestellt werden kann.

Die petrographische Beschaffenheit spricht für Gleichalterigkeit mit den Zementmergeln, nördlich vom Großholz ist seitlicher Übergang in Zementmergel gut erschlossen.

Auch ein paläontologischer Beweis läßt sich führen, da wohl erhaltene und gut bestimmbare Ammoniten nicht selten sind. Schon Achenbach führt einige an, allerdings unter heute nichtssagenden Namen. Ich bekam:

Perisphinctes hennigi Berckh.
Oppelia fontannesi Berckh.
Oppelia cf. *steraspis* Opp.
Haploceras cf. *pseudocarachtheïs* Favre (die von der tieferen etwas verschiedene, in den Zementmergeln der Fürstenhöhe häufig vorkommende Form)
Sutneria bracheri Berckh.
Waagenia interlaevigata Berckh.
Laevaptychus sp.

Von der übrigen reichen, ganz und unzerdrückt erhaltenen Fauna konnte ich bestimmen (abgesehen von den unbearbeiteten Schwämmen):

Eugeniacrinus hoferi Gf.
Balanocrinus pentagonalis Gf.
Astropecten jurensis Gf.
Cidaris elegans Gf.
Cidaris blumenbachi Mü.
Cidaris monilifera Gf.
Cidaris marginata Gf.
Rhabdocidaris nobilis Mü. sp.
Diplocidaris etalloni de Lor.
Pseudodiadema subangulare Gf.
Hemicidaris crenularis Lam.
Secigelkiefer
Serpula lumbricalis Gf.
Serpula spiralis Gf.
Serpula flagellum Mü.
Serpula sp.
Neuropora angulosa Qu.
Thecidea sp. *indet.* bei Thurm.-Étall., Taf. 42, Fig. 8
Crania lineata Qu.
Crania cf. *corallina* Qu.
Rhynchonella trilobata Ziet.
Rhynchonella triloboides Qu. sp.
Rhynchonella sp., verschiedene kleine zart- und grobrippige Arten
Terebratula (Liothyrina) insignis Schübl.
Terebratula (Liothyrina) haidingeri Süss, var. *pinguis* Schlosser
Cheirothyris aculeata (Cat.) Ziet.
Isoarca cordiformis Ziet.
Isoarca cf. *cordiformis* Ziet., mit geschweiftem Unterrand
Isoarca cf. *compacta* Böhm
Lima pratzi Böhm
Chlamys nattheimensis de Lor.
Chlamys subtextoria (Mü.) Gf.
Aequipecten subarmatus Gf.
Spondylopecten subspinosus Schlthm.

Velopecten velatus Gf.
Entolium cingulatum Gf.
Alectryonia gregaria Sow.
Exogyra bruntrutana (Thurm.) de Lor.
Eucyclus sp., zwei Arten
Nautilus schneidi Lösch
Belemnites sp.
Magila (Calianassa) suprajurensis Qu.
Pithonoton elongatum H. v. Mey.
Nodoprosopon cf. *torosum* H. v. Mey.
Prosopon sp., verschiedene Arten.

Manche Arten konnten nicht bestimmt werden. Ich füge die Formen an, die den Angaben Achenbach's und den verschiedenen paläontologischen Werken Quenstedt's außerdem noch entnommen werden können:

Millericrinus sutus Qu.
Millericrinus echinatus Schlthm.
Millericrinus horridus d'Orb.
Millericrinus mespiliformis Schlthm.
Cidaris spinosa Ag.
Hemicidaris cf. *stramonium* Ag.
Hemicidaris subteres Qu.

Häufig sind die Fossilien mit Serpeln, gelegentlich auch mit Bryozoen überkrustet, wie dies Fischer (1913) aus den Lochenschichten beschrieben hat.

Die Fossilliste wird wohl im Lauf der Zeit noch bedeutend verlängert werden können. Berühmt ist der große Reichtum an prachtvoll erhaltenen Seeigeln; verschiedene Originalstücke Quenstedt's stammen von hier.

Daß auch die Fundstelle im Örlinger Tal bei Ulm und ähnliche Vorkommen in der Ulmer Gegend dieser „Nollhoffazies" zeitlich entsprechen, ist nach den Angaben in der Literatur (Quenstedt 1858, S. 693; Gümbel 1871, S. 57—60; E. Fraas 1897, S. 278) wahrscheinlich. Sie sind mir leider nicht persönlich bekannt.

Die Nollhoffazies hat sich bei der Kartierung auch sonst noch gelegentlich in Lesestücken gefunden. Oft sind am Massenkalkhang in Höhe der Zementmergel oder auf der Massenkalkoberfläche schwammreiche, stark tonige, ungeschichtete Kalke in kleinen Flecken oder als dünnes Band entwickelt (schon von weitem vom echten Massenkalk als „Klaiensteine" zu unterscheiden!). Die Struktur ist häufig etwas schlierig, dünne Schuttbänkchen sind zahlreich, Fossilien ziemlich selten, Reste von Kalkalgen glaubte ich stellenweise erkennen zu können.

Auf der Karte wurden derartige Bildungen als „Nollhoffazies" ausgeschieden. Oft liegt reichlich Mergel dazwischen – so südöstlich vom Neuhaus, südlich der Ziegelhütte Neufra, südlich vom Großhohen/Freudenweiler – so daß eine genaue Trennung unmöglich ist. Wir werden uns hier vorstellen müssen, daß einzelne Schwammgruppen mit kleinen Zwischenräumen beieinanderstanden.

Wenn Berckhemer (1919, S. 53) aus der Beschaffenheit seiner den Ulmensisschichten und Zementmergeln eingelagerten „Pseudobrecc ien" abliest: „Das Felsenkalksediment war in plastischem Zustand, als es seiner ursprünglichen Lagerstätte entführt und mit dem Schlamm verknetet wurde", so besagt dies, daß sich auf der Oberfläche des Massenkalks — aber doch nur an sehr wenigen Stellen! — eine Schlammdecke ablagerte, die dann ins Rutschen geriet. Auch in der Nollhoffazies finden sich gelegentlich Verquirlungen, die an Rutschungen denken lassen.

Zum Schluß sei eine allerdings der Subeumelazone angehörige, aber ebenfalls schon vom Massenkalk unterscheidbare und ihm aufsitzende Fazies beschrieben, die am Südosthang des Großhohen/Freudenweiler auftritt. Auf Zuckerkorn und dichtem Felsenkalk liegt dort in anscheinend nur dünner Decke ein weißer massiger Kalk, der stellenweise viel Kieselsäure enthält, mit fast immer verkieselten Schwämmen erfüllt ist und einen schlierig-quirligen Aufbau besitzt. Der Kalk ist ziemlich tonfrei, etwas kristallin und immer wieder auch etwas brecciös ausgebildet. Im Gesamthabitus gleicht er dem Linsenkalk der Pseudomutabiliszone. Das Vorkommen zieht sich vom Großhohen nach S und O den Hang hinab und enthält auf etwa 50 m Höhendifferenz *Sutneria subeumela* Schn.

Leider kann nicht entschieden werden, ob es sich dabei um eine letzte „Zwiebelschale" des Massenkalkkomplexes vom Großhohen mit primärer Neigung handelt oder ob die Schiefstellung zum größten Teil durch die kräftige Flexur bedingt ist, die hier durchziehen muß, aber nicht genau festgelegt werden kann.

Auch auf der Massenkalkoberfläche nördlich vom Birkhof liegt eine ausgedehnte Decke ähnlicher Schwammkalke.

18. Kleine Wucherungen in den Ulmensisschichten

An ganz vereinzelten Stellen griff die zoogene Fazies im Verlauf der Ulmensisschichten auch wieder über die geschichtete hinüber. Es scheint sich dabei aber nicht um Neubildungen innerhalb der Mulden zu handeln, sondern um sehr wenig weit gehende Wucherungen vom Muldenrand, dem Schwammbankhang aus.

Berckhemer (1922, S. 78) erwähnte schon von Grabenstetten und Tuttlingen aus Horizont IV, also der Siliceuszone, Auftreten von Schwammstotzen (= massige Einlagerungen in dickbankigem „ô-Kalk" bei Schmierer 1902, S. 542).

Eine derartige kurze Invasion ist im Bruch in der Siliceuszone westlich der Wallfahrtskirche Dillstetten/Veringenstadt ausgezeichnet erschlossen. Der Bruch liegt unmittelbar am Muldenrand, was durch die reiche Schuttführung noch besonders unterstrichen wird (s. Taf. 3, Fig. 8).

Der untere Teil des Bruchs besteht aus ganz regelmäßig ausgebildeten Schwammkalken (s. Profil 13, S. 110). Darüber haben sich nun, von SW oder W her kommend, im linken Teil wieder Schwämme angesiedelt, die einen etwa 2,5 m hohen Stotzen zusammensetzen und, soweit es sich erkennen läßt, wieder von stark schutthaltigen

Bänken überlagert werden. Der Stotzen ist ungeschichtet, regellos zerklüftet und besteht aus gelbbraun gefärbtem, fast reinem Kalk (dichtem Felsenkalk). Die zahlreichen Schwämme sind oft verkieselt, häufig zeigen sich auch röhrenförmige Querschnitte anderer Organismen (Algen?) und große Brachiopoden. Die Grenze gegen die liegenden Bankkalke ist scharf, sie verläuft leicht wellig, vielleicht infolge Drucks von oben, da auch noch die nächst tiefere Schichtgrenze wellig ist (s. Abb. 18).

Abb. 18. Wucherung von Schwammkalk über gebanktem Kalk der Siliceuszone. Bruch bei der Wallfahrtskirche Dillstetten/Veringenstadt.

Die seitliche Grenze gegen die ja gleichzeitig gebildete geschichtete Fazies ist dagegen sehr unscharf; vom unteren Teil des Stotzens gehen kleine Ausläufer aus, die aber bald wieder abgetötet werden. Auch außerhalb von ihm erscheinen kleine Wucherungen, die lokal die Bankung stören können, aber immer rasch wieder überdeckt werden. An seinem Außenrand ist der Stotzen stark brecciös. Auch die geschichtete Fazies ist ganz mit Schutt erfüllt, der viel großstückiger ist, als der unter dem Stotzen gelegener Schuttbänke; einzelne Kieselknollen treten auf, siehe darüber S. 137. Die tieferen Bänke neben dem Stotzen neigen sich etwas gegen ihn zu, wie wenn auch sie von ihm hinabgedrückt worden wären. Die höheren fallen schwach von ihm ab, und greifen schließlich über ihn weg: Das Schwammwachstum hatte aufgehört (s. Abb. 19).

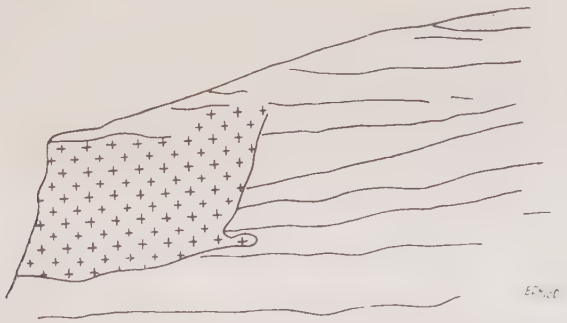


Abb. 19. Gesamtbild eines Schwammstotzens in der Siliceuszone. Bruch bei der Wallfahrtskirche Dillstetten/Veringenstadt.

Daß die kleine zoogene Bildung, die in der nur 1,5—2 m tiefen Grube nördlich der Straße Freudenweiler—Neufra bei 800 m erschlossen ist, ebenso über geschichteter Fazies liegt, ist möglich; es läßt sich aber nicht

feststellen, da ihr Liegendes nicht zugänglich ist. Auf jeden Fall befindet sich auch diese Stelle unmittelbar neben dem Muldenrand.

Neben reinen und fossilreichen, gut plattig spaltbaren Bankkalken der Siliceuszone mit

Pholadomya acuminata Hartm.
Perisphinctes siliceus Qu.
Perisphinctes paraboliferus Berckh.
Perisphinctes cf. *pubescens* Schn.
Perisphinctes ulmensis Opp. — *subulmensis* Schneid
Oppelia cf. *franciscana* Font.
Oppelia n. sp. (?)
Ochetoceras zio Opp.
Haploceras cf. *percevali* Font.
Haploceras ? subelimatum Font.
Haploceras lens Berckh.
Sutneria rebholzi Berckh.
Physodoceras sp.
Lamellaptychus sp.

steht ein massiges, nur undeutlich gebanktes Gestein an (die Grenze beider ist leider nicht erschlossen), das stellenweise fast nur aus einem Konglomerat von großen und kleinen Brachiopoden besteht und leider nicht durchweg bestimmbare Muscheln zahlreich enthält. Es sind:

Rhynchonella astieriana d'Orb.
Rhynchonella triloboides Qu. sp.
Rhynchonella aff. *lacunosae* Qu. sp.
Rhynchonella sp., kleine, unbestimmbare Formen
Terebratula (Liothyrina) insignis Schübl.
Zeilleria danubiensis Schlosser
Arca reticulata Qu.
Arca sp.
Isoarca cordiformis Ziet.
Lima cf. *pratzi* Böhm
Lima cf. *semipunctata* Ét.
Lima notata Gf. zahlreich
Ctenostreon tegulatum Gf.
Chlamys cf. *paraphora* Böhm
Spondylopecten subspinosus Schlthm.
Velopecten velatus Gf.
verschiedene unbestimmbare Limiden und Pectiniden
Plicatula sp.
Liostrea sp.
Mytilus cf. *aviothensis* Buv.
Mytilus sp.

Schwämme scheinen am Aufbau nicht beteiligt, dagegen lassen sich Organismen erkennen (Algen, Bryozoen?), die in ästig verzweigter oder knolliger Form das Gestein durchsetzen, über deren Natur ich mir aber auch bei der Untersuchung von

Dünnschliffen nicht habe klar werden können. Auch die Anhäufung der — unzerbrochenen! — großen Terebrateln unmittelbar neben dem ganz normalen Sediment bleibt merkwürdig, zumal sich die Existenz des Stotzens dort nur in einem ganz schmalen Saum mit kleinen Schuttstückchen widerspiegelt.

Ähnliche Verhältnisse an der Grenze geschichteter/ungeschichteter Fazies liegen an dem den Isohypsen ungefähr parallelen Weg südlich der Himbeerhalde im Forst Sigmaringen östlich des Lauchertknies vor, auch hier in der Siliceuszone, wie durch Ammoniten festgestellt werden konnte.

Eine weitere derartige Stelle am Rand einer Mulde in der Höhe der Siliceuszone findet sich nordöstlich von Oberschmeien am Weg zur Fürstenhöhe, Wegabzweigung bei 683 m, hier mit ziemlich reichlicher Schuttbildung. Ich bekam:

Rhynchonella astieriana d'Orb.
Rhynchonella trilobata Ziet.
Terebratula (Liothyrina) insignis Schübl.
Arca texata Gf.
Goniomya ornata Gf.
Trichites seebachi Böhm
Lima notata Gf.
Ctenostreon tegulatum Gf.
Chlamys poecilographa Gemm. u. di Blasi
Perisphinctes cf. *eudichotomus* Zittel
Oppelia aff. *franciscanae* Font.
Nodoprosopon heydeni H. v. Mey.
Nodoprosopon ornatum H. v. Mey.

Hier fanden sich auch die von Berckhemer (1923) von verschiedenen Stellen der Alb beschriebenen Stromatolithe.

19. Die Diagenese des Massenkalks zu Zuckerkorn und Dolomit

Der Massenkalk tritt im Lauchertgebiet als Zuckerkorn, Dolomit und dichter Felsenkalk auf. Während nördlich von Veringenstadt alle drei Fazies zusammen vorkommen, dabei im N Felsenkalk an Bedeutung stark zurücktritt (s. die Karte!), herrscht dieser südlich davon allein, ich kenne dort Zuckerkorn nur noch in einer wenige Meter langen Linse am Weg Oberschmeien—Großwieshof. Wie Berckhemer (1919, S. 30; 1924, S. 13) in den von ihm näher untersuchten Gebieten der Ostalb gefunden hat, liegen dabei Zuckerkorn und Dolomit auch hier immer in inniger Verzahnung, aber mit scharfer gegenseitiger Abgrenzung zusammen: bald bildet Zuckerkorn kleine Linsen im Dolomit, bald ist es umgekehrt, daneben sind aber auch größere Flächen einheitlich ausgebildet. Diese bestehen meist aus Zuckerkorn, das auch in den gemischten Gebieten weit überwiegt, nur im N und NO vom Freudenweiler ist eine auch schon von Quenstedt in den Begleitworten zur Karte 1:50 000 (1877, S. 38) erwähnte Dolomitmasse, in der der Dolomit stellenweise (Schwantel) in vielen „Sandgruben" gewonnen wird. Diese beiden Fazies

wurden deshalb bei der Kartierung zusammengefaßt und von dichtem Felsenkalk unterschieden, Fossilien habe ich, abgesehen von einigen schlecht erhaltenen Terebrateln und einem als Schwamm erkennbaren Rest, beide aus Dolomit stammend, nicht bekommen können.

Da die Diagenese praktisch alle Strukturen verwischt hat, kann das Ausgangsmaterial nicht auf direktem Weg erschlossen, die Frage nach dem Wann und Woraus nur indirekt gelöst werden; mit der nach dem Wie habe ich mich nicht eingehend befaßt.

Irgend eine Gesetzmäßigkeit der Beziehungen zwischen den verschiedenen Fazies, etwa regelmäßige vertikale Aufeinanderfolge oder ein Ablösen vom Innern eines Massenkalkkomplexes nach außen konnte nicht festgestellt werden. Nur scheint innerhalb der Einheit Zuckerkorn + Dolomit der Dolomit unten häufiger zu sein, doch fehlt er auch ganz oben nicht (östlich von Bitz). Häufig liegen vielmehr Felsenkalk und Zuckerkorn auf beträchtliche Vertikalerstreckung mit nahezu senkrechter Grenze nebeneinander, z. B. bei P. 713 östlich der Ziegelhütte Neufra, Häuen/Bitz, Hermannslust. (Das wirkt sich nebenbei bemerkt auch so aus, daß die Verwerfungen nirgends zwei verschiedene Massenkalkfazies nebeneinander gelegt haben — ihre genaue Festlegung war deshalb im Massenkalk unmöglich —, besonders drastisch ist dies südlich vom Großhohen/Freudenweiler, wo die Faziesgrenze sich durch die doch allermindestens 30 m betragende Verwerfung nicht im geringsten stören läßt, sondern geradlinig über sie wegsetzt!). Da sich nun alle Massenkalkkomplexe, gleich welcher Zusammensetzung, nach außen in jeder Hinsicht gleich verhalten, erscheint der Schluß gerechtfertigt, daß es sich um ursprünglich gleichartige Bildungen handelt. Ich kann vor allem bei ihrer so gleichmäßigen äußeren Gestalt nicht glauben, daß im Innern primär ein Chaos geherrscht hat.

Dasselbe ergibt sich aus der Art der der geschichteten Fazies eingelagerten Schuttbänke. In ihnen ist von den Massenkalkstöcken stammendes Gestein erhalten, das der dort eingetretenen Diagenese entzogen worden ist und uns so in nahezu ursprünglicher Beschaffenheit entgegentritt. Sie gleichen aber auch an solchen Stellen, an denen sie nur von heute als Zuckerkorn erscheinendem Massenkalk abgeleitet werden können (z. B. im nördlichen Teil der Freudenweiler Mulde, Südwestteil der Mulde vom Trieb/Bitz, bei der Ziegelhütte Neufra, Eisenbahneinschnitt Gammertingen), denen aus zuckerkornfreien Gebieten völlig; sie führen niemals Zuckerkorn, sondern bestehen ebenfalls aus kleinen Stückchen graugelb, hellgrau oder hellbraun gefärbten, dichten homogenen Kalks. Auch Dolomit scheint zu fehlen, wenngleich sich dies bei der Kleinheit der Körner nicht einwandfrei feststellen läßt. Nur kann gelegentlich, besonders in den Zementmergeln, die intensive Braunfärbung beobachtet werden, wie sie für den zuckerkörnigen Kalk bezeichnend ist; vielleicht ist dies als erstes Zeichen der beginnenden Zuckerkornbildung aufzufassen.

Ich stimme also mit Schmierer (1902; 1915, S. 641) und Grünvogel (1914) überein, die ebenfalls das Ausgangsmaterial in gewöhnlichem Felsenkalk sahen. Berckhemer (1919, S. 13) glaubte zunächst an primäre Unterschiede, stellt aber später (1924, S. 14, 15) wie Dorn (1926) fest, daß im schwäbischen wie im fränkischen Dolomit Schwämme die einzigen Organis-

men sind, „deren Spuren uns reichlicher im Dolomit überliefert sind." „Und zweifellos waren es zum Teil wenigstens Schwammkalke, welche dolomitisiert wurden".

Schwämme waren wohl die ersten Bestandteile des Massenkalks, die verändert wurden: In Schuttbänken ist nicht selten zu beobachten, daß sie stärker kristallin sind als die anderen Schuttstückchen. Dasselbe gilt für die Schwammstotzen in Linsenkalk und Übergangsschichten, etwa bei Oberschmeien (S. 19). Ganz deutlich wird dies bei der Auflagerung von Zuckerkorn auf Schwamm-δ, wie es an der Straße Gammertingen–Hettingen, beim Bahnübergang etwas oberhalb von km 56 erschlossen ist, im Hangenden einer Störung, die das stratigraphisch höhere Zuckerkorn und Dolomit des Eisenbahneinschnitts gegen Schwamm-δ verwirft. Da starkes Fallen nach NW herrscht, streichen die untersten Teile der Übergangszone an der Straße nebeneinander aus.

Hinter Bäumen versteckt liegt 50 m nach dem Bahnübergang links der Straße eine kleine Grube in typischem Schwamm-δ, kreuz und quer von kleinen Mergellagen und -bändern durchzogen, ganz erfüllt mit aus dem Mergel gut auswitternden, meist becherförmigen Schwämmen, mit zahlreichen Seeigelstacheln, Muscheln, Brachiopoden und auch Ammoniten (eine flexuose Oppelie mit kräftiger Berippung, Marginal- und Externknoten stellt neben der Fazies das Alter sicher). Kleine Schuttbänkchen durchziehen regellos das Gestein. Der Mergel ist jedoch auf die untersten 3 m beschränkt, nach einer Übergangszone, in der er immer mehr abnimmt, folgen harte, feste, hellgraugrüne Kalke, mit glattem Bruch, reichlich von Stylolithen durchsetzt, ebenfalls mit vielen Schwämmen, die aber nur noch im Querschnitt erkannt werden können, wie auch die ebenso reiche Fossilführung nicht mehr auffällt, weil nichts mehr auswittert. Der Kalk ist von echtem Felsenkalk nicht zu unterscheiden; es ist aber, wie so oft, ersichtlich, daß er seinen vom Schwamm-δ abweichenden Charakter nur durch Wechsel der Sedimentzufuhr, also von außen her, erhalten, seinen Aufbau selbst aber nicht geändert hat. Nach oben zu wird die Härte immer größer, die Schwämme beginnen undeutlich zu werden. Das Gestein wird schon etwas bräunlich gefärbt und fein kristallin, so daß es in der Sonne stark glitzert, vereinzelte Schuttzüge können noch erkannt werden. Kreuz und quer ziehen stärker kristalline, lebhaft braun gefärbte Bänder durch, die ihre Schwammnatur bei günstiger Erhaltung noch deutlich, meist aber nicht mehr erkennen lassen, obwohl die Brachiopoden und Muscheln (Austern) noch ausgezeichnet erhalten sind. Kleinere und größere Kalkspatdrusen sind nicht selten. So stellt das Gestein ein Gemisch von Felsenkalk und Zuckerkorn dar und geht nach oben dadurch, daß nun auch noch das nicht organische Füllmittel zwischen den Schwämmen stärker kristallin und braun wird, in echtes Zuckerkorn über.

Die Bildung von Zuckerkorn und Dolomit beschränkt sich aber nicht auf die zoogene Fazies, sondern greift von ihr aus auch in die Nachbarschaft über, auf Bankkalke und Mergel der geschichteten Fazies, die an sich keine Tendenz zu einer derartigen Diagenese besitzen. Die Ausdehnung des „Kontakthofs" beträgt aber nur wenige Meter, er kann in vertikaler wie horizontaler Richtung ausgebildet sein.

Im ersten Fall werden dabei die Quaderkalke verändert. Unmittelbar über dem Bruch beim km 65 der Straße Gauselfingen—Neufra erschlossen steht

reiner, sandig verwitternder Dolomit mit vielen großen Kieselknollen neben stark dolomithaltigem Kalk an. Von ihnen aus greift nun die Dolomitisierung in die dicken Bankkalke hinunter. In der Verwitterungsdecke des Bruchs liegen deutlich gebankte Kalke mit großen Kieselknollen und kleinen Kieselflecken, stark dolomitisiert und grobkristallin geworden, dunkelgrau-braun gesprenkelt, mit körnigem Aufbau; stellenweise ist noch verschwommen, aber eindeutig, eine starke Schuttführung zu erkennen, ferner sind kleine Schwammstückchen und Crinoidenreste nachweisbar. Neben der Feinsprenkelung, die im hangenden Dolomit einer reinen, einheitlichen Dunkelgraufärbung Platz macht, ist auch schon eine Differenzierung im Großen vorhanden: Partien mit vorwiegend Braun- oder Graufärbung greifen lappenförmig ineinander als äußeres Anzeichen dafür, daß die Dolomitisierung nicht einheitlich zonar von oben nach unten erfolgte, wie dies Schneid (1914/15) und Dorn (1926) schon von Franken beschrieben haben. Sie greift unter stetiger Abschwächung noch ungefähr 4 m in den Bruch hinunter, immer differenziert, so daß gleichsam Schollen von Dolomit im Kalk schwimmen. Da Dorn (1926) analoge Verhältnisse eingehend geschildert hat und die Gesteine petrographisch dem fränkischen „Baster" entsprechen, brauche ich auf Einzelheiten nicht einzugehen. Daß die Struktur der Quaderkalke schon bei leichter Dolomitisierung sehr undeutlich wird, ist beachtenswert und macht verständlich, daß im echten Dolomit irgend eine organische oder anorganische Struktur fast nie mehr erhalten ist.

Der Bruch östlich von Hermannsdorf schließt Quaderkalke mit reichlichem Kieselgehalt auf, und, soweit es sich durch Lesesteinkartierung genau feststellen läßt, mit in der Höhe leicht auf- und abschwankender Grenze liegt drüber Dolomit und Zuckerkorn, besonders am Südhang des Riederbergs in zahlreichen Gruben entblößt. Dabei zeigt sich nun, daß die unteren etwa 10 m bis zum Waldrand hinauf zwar völlig grobkristallin, aber wie bei Gauselfingen gefleckt sind, und in Gestalt kleiner, unscharf abgegrenzter, dunkel gefärbter Körnchen glaubt man noch Schuttstückchen zu erkennen, besonders beim Vergleich mit einem normalen Kalk aus dem Bruch. Genau dasselbe ist am Nordhang des gegenüberliegenden Wolfsbergs zu beobachten. Dort ist auch eine deutliche Bankung vorhanden. Und schließlich treten in diesem unteren Teil auch Kieselknollen auf, während ich sie im Lauchertgebiet in der massigen Fazies sonst nie in dieser Menge angetroffen habe. Also auch in diesem Punkt Übereinstimmung mit dem Vorkommen von Gauselfingen!

Die Vermutung, die Dorn (1926, S. 169) schon ausgesprochen hat, scheint sich also zu bestätigen, und zusammenfassend kann gesagt werden: Das Einsetzen von Zuckerkorn und Dolomit über den Quaderkalken muß nicht der Unterkante der zoogenen Fazies entsprechen, sondern mindestens 10 m Bankkalke können erst bei deren Diagenese von oben her umgewandelt worden sein.

Während die Überschreitung der Faziesgrenze in der Senkrechten in ihrer Wirkung von prozentual großer Bedeutung ist — vermehrt sie doch die dortige Mächtigkeit des Dolomits und Zuckerkorns von etwa 100 m um mindestens 10 % — fällt die seitliche Expansion kaum ins Gewicht. Obwohl sich diese Erscheinung natürlich auch schon in den tieferen Stufen zeigen muß, sind erst von der Setatuszone ab gute Beobachtungsmöglichkeiten vorhanden. Es entstehen so „scheinbare petrographische Übergänge zwischen dem schichtungslosen ε (mihi) und dem beckenförmig gelagerten ζ durch nach-

trägliche Umkristallisationen und Infiltrationen, in Sonderheit an der Grenze", worauf schon Schmierer (1915, S. 642) hinwies (allerdings ohne bestimmte Beispiele anzuführen).

An der Straßenbiegung bei der Ziegelhütte Neufra liegt ein schon erwähnter Aufschluß der horizontalen Grenze Zuckerkorn/Dolomit gegen Setatuszone (s. Abb. 20;

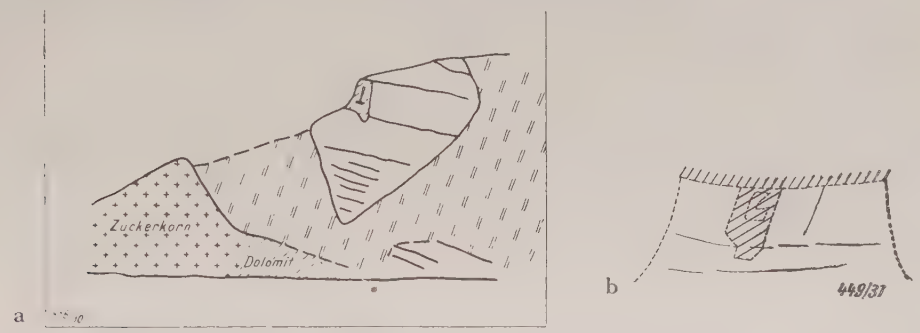


Abb. 20. Grenze von Zuckerkorn und Dolomit gegen Setatuszone.
a: senkrecht, b: parallel zur Faziesgrenze. Ziegelhütte Neufra.

a) senkrecht, b) parallel zur Faziesgrenze). Zwischen die vom Massenkalk wegfallenden Bänke schiebt sich als Ausläufer eine kleine Zunge grauen, schuppigen Dolomits. Ihr Umriß aber macht es äußerst unwahrscheinlich, daß hier die Bankkalke nochmals überwuchert wurden, denn während eine Begrenzungsfläche sich gut in die Bankung einfügt (und damit nichts besagt), steigen die beiden anderen ganz oder nahezu senkrecht in die Höhe. Es wird sich auch hier um allerdings engbegrenzte Dolomitisierung ursprünglicher Bankkalke handeln.

Bei dem ebenfalls schon besprochenen Grenzaufschluß der Setatus/Siliceuszone gegen Zuckerkorn südlich von Gammertingen (S. 101) sind die Bankkalke schon wenige Meter vom Massenkalk weg petrographisch ganz normal ausgebildet, sie werden aber gegen das Zuckerkorn hin immer kristalliner, bis sie schließlich aus „gebanktem Zuckerkorn" bestehen. Derartige Bänke wurden in der Skizze (Abb. 6) besonders ausgezeichnet. Sie unterscheiden sich deutlich vom normalen Zuckerkorn: ist dieses einheitlich und kräftig gelbbraun, löchrig, grobkristallin, rauh-knollig brechend und zu runden Formen verwitternd, so ist das gebankte hellgrau bis hellbraun, häufig noch mit dunkelbraunen Schlieren (wie das Gestein der Siliceuszone!), gleichmäßig feinkörnig kristallin, mit glattem, muscheligem Bruch, in festen, nicht löchrigen Bänken. Zweifellos wurden hier normale Bankkalke nachträglich umgewandelt, zumal die feinschiefrige Struktur auch von Mergelzwischenlagen noch deutlich kenntlich ist.

Derart veränderte Obere Ulmensisschichten stehen an der Straße von der Neuen Hülbe zum Wirtshaus „zur Tanne" südlich von Bitz an, an der Grenze der Mulde des Triebs gegen das Zuckerkornmassiv des Sahlenhäule, wobei die am Rain anstehenden Zuckerkornbänke die obersten Bänke der Ulmensisschichten darstellen müssen. Auch hier lassen sich alle Übergänge zwischen normalen und zuckerkörnigen Bankkalken in Lesesteinen auf den Äckern feststellen. Auch einige Schuttbänkchen sind mit betroffen worden: in der hellgelbbraunen, feinkristallinen Grundmasse stecken die einzelnen Schuttstückchen dicht gedrängt als kleine, eckig begrenzte oder leicht gerundete, grob kristalline, wasserhelle Körnchen. Sie verhalten sich also im

kleinen, wie die Massenkalke im großen! Daß es sich wirklich um Schuttbänkchen handelt, geht daraus hervor, daß sie sich genau wie solche als dünne Lagen zwischen reine Zuckerkornbänke einschalten. Kleine SiO_2-Flöckchen sind, meist in Gemeinschaft mit größeren Calcitkristallen, spärlich verteilt, da sie sonst nie in den Ulmensisschichten vorkommen, sind sie vielleicht aus dem Tongehalt abzuleiten.

In der Umgebung von Bitz sind solche Kalke noch weit verbreitet, auch im Ort selbst bei Grabungen zum Vorschein gekommen. Auf der Karte wurden die betreffenden Stellen markiert. Sie liegen oft noch als letzter Rest der geschichteten Fazies am Hang, so daß die Signatur mitten im Massenkalk eingezeichnet ist.

Analoge Erscheinungen treffen wir endlich auch bei den Zementmergeln. Von mehreren mir bekannt gewordenen Beispielen will ich nur zwei gut aufgeschlossene erwähnen. Das eine liegt am Weg vom Harthauser Tal nach dem Freudenweiler am Osthang der Kienerhalde; das andere nordöstlich von Harthausen a. d. Scheer beim Schnitt des Heutals mit der Isohypse 740. Hier sind Zuckerkorn und Mergel auf eine Erstreckung von etwa 10 m innig verzahnt, die Mergel dabei teilweise ziemlich hart und kalkig, sie haben sich — wie auch sonst an der Muldengrenze — in kleine Hohlformen der Massenkalke gelegt und sind schwach diagenetisch verändert. Am stärksten wirkte die Diagenese jedoch an der Grenze des Zuckerkorns gegen die Hauptmasse der Mergel: auf ungefähr 1 m sind hier in geneigten Bänken die Mergel kristallin — teils Zuckerkorn, teils auch Dolomit — geworden, „baster"artige Bildungen treten auf. Herr Dr. Berckhemer teilte mir bei einem gemeinsamen Besuch der Stelle vom Freudenweiler mit, daß diese Bildung wohl seinen „Ockerkalken" entspräche.

Wie der Schuttfall ist auch diese Diagenese eine lokale Bildung, denn meist grenzen die beiden Fazies mit scharfem Schnitt, ohne Beeinflussung der geschichteten durch die massige, aneinander. So bestätigt sich auf eine zweite Weise, was schon aus dem Fehlen von Zuckerkorn in den Schuttbänken hervorging: Daß diese Diagenese ziemlich spät eingesetzt hat. Eine hübsche Kombination der beiden Fälle fand ich am Osthang des Egertsbühl/Gammertingen. Hier füllen Zementmergel ein kleines Loch im Zuckerkorn aus und sind dicht mit Felsenkalkschutt durchsetzt, am Rand sind die Mergel samt dem Schutt kristallin geworden!

Die einzige Zeitangabe, die ich machen kann, ist also negativ; wann der Vorgang nun tatsächlich stattgefunden hat, vermag ich nicht anzugeben. Dorn (1926, S. 167) meint vom Frankendolomit, daß es sich „um einen vornehmlich während der Diagenese noch unter Wasserbedeckung stattgefundenen metasomatischen Verdrängungsprozeß handelt." Das mag richtig sein, man kann andererseits aber auch sagen, daß die Wasserbedeckung nicht mehr sehr wirksam sein konnte, da ja oberste Mergel noch von der Diagenese erfaßt wurden und nachher doch die Hangenden Bankkalke drauflagen. Dieses Problem harrt noch seiner Lösung!

Schmierer (1915, S. 641/42 und 1925, S. 26) hat die Anschauung vertreten, wohl unter dem Eindruck der Verhältnisse im Massenkalk des rheinischen Devons, es sei „die Bildung der Zuckerkorne und Dolomite in der Hauptsache ein sekundärer Vorgang, der in Zusammenhang mit der Karstverwitterung der Schwäbischen Alb unter dem Einfluß kohlensäurereicher Wässer zur Kreide- und Tertiärzeit erfolgte." Weiter

sagt er: „Jene Art der Verwitterung hat die tonigen und weniger durchlässigen Mergel und Kalke des Weißen Jura ζ kaum angegriffen." Die Umkristallisation sei von Klüften und Löchern im Massenkalk ausgegangen. Berckhemer (1924, S. 13) hat schon gezeigt, daß diese Vorstellung nicht aufrecht erhalten werden kann. Weitere Gründe lassen sich anfügen: Auch an solchen Stellen, an denen der Massenkalk erst durch junge Zertalung unter den Hangenden Bankkalken freigelegt wurde, also nachweisbar der kretazisch-tertiären Landoberfläche n i c h t angehörte, ist er in Zuckerkorn verwandelt worden (Hohenzollerngraben zwischen Bitz und Kienerhalde); umgekehrt sind weite Massenkalkflächen im S, die dieser Landoberfläche angehörten (teilweise eozäne Bohnerze!), in keiner Weise beeinflußt. Wenn die so tiefgreifende Umwandlung durch Wässer erfolgt wäre, müßten für diese zusammenhängende Bahnen vorhanden gewesen sein, oder müßte das Grundwasser weit nach oben gestaut gewesen sein: in beiden Fällen aber konnten sie nicht überall scharf an den Muldengrenzen Halt machen. Es muß eine Erklärung gefunden werden, die in der Natur des Massenkalks selbst fußt.

20. Das Auftreten von Kieselsäure in der geschichteten Fazies

Durch den Nachweis, daß Kieselknollen und Verkieselungen in der geschichteten Fazies von der Siliceuszone ab fehlen, also eine stratigraphisch begrenzte Verbreitung besitzen, wird die Annahme Schmierer's (1915, S. 641/42), die Verkieselung sei „eine alte Verwitterungsform, die unter einem tropischen oder subtropischen Klima erfolgt" sei, widerlegt. Eine andere Erklärung ist nötig geworden. Und da möchte ich — obwohl ich mich mit dem Problem nicht näher befaßt habe — darauf hinweisen, daß die Kieselsäureführung in der geschichteten Fazies ausschließlich auf die Zeit beschränkt ist, während der sich der Massenkalk gebildet hat, also von δ bis zur Setatuszone. Umgekehrt ist der überwiegende Teil des Massenkalks frei davon, und wir dürfen uns deshalb wohl vorstellen, daß der SiO_2-Gehalt der Kieselschwämme sofort auf irgend eine Weise in die benachbarten anorganischen Sedimente gelangte. Daß eine Verknüpfung dieser Art besteht, wird dadurch noch besonders unterstrichen, daß im Bruch bei der Wallfahrtskirche Dillstetten/Veringenstadt in der nächsten Umgebung eines erst in der Siliceuszone neu entstandenen Schwammstotzens ebenfalls Kieselknollen auftreten — als einzige mir bekannt gewordene Ausnahme über der Setatuszone (s. S. 129).

Dorn (1924, S. 19) hält einen derartigen Zusammenhang für die von ihm beschriebenen Kieselknollen aus fränkischem Malm zwar für möglich, möchte aber diesem Prozeß nur eine untergeordnete Bedeutung zuschreiben und dafür die Kieselsäure vom nahen Land ableiten. Ohne damit die Berechtigung dieses Erklärungsversuchs für fränkische Verhältnisse anzweifeln zu wollen, glaube ich doch, daß er sich auf unseren Oberen Malm nicht übertragen läßt, denn es fehlen gerade zur Zeit der Kieselknollenbildung klastische Beimengungen im überwiegend chemischen Sediment, die doch dann wohl auch vorhanden sein müßten, fast völlig, abgesehen davon, daß es hier auch schwieriger ist, ein nahes Festland zu finden, das Kieselsäure hätte liefern können. Eine geringe Kieselsäuremenge muß natürlich auf alle Fälle im Meerwasser vorhanden gewesen sein, aber es ist ja bekannt, aus wie sehr verdünnten Lösungen einzelne Organismen große Mengen eines bestimmten

Elements herausziehen können, so daß die normale Konzentration des Meerwassers zur Ausfällung derartiger SiO_2-Massen auf dem Umweg über sie anreichernde Organismen gut hat ausreichen können. Wie dem auch sei, die syngenetische Entstehung ist außer jedem Zweifel [5]).

21. Die Transgression der Hangenden Bankkalke

Wie vorn gezeigt werden konnte, hat nicht ein zurückweichendes Jurameer den Zetaschlamm als letzte Bildungen in „Lagunen" abgesetzt und ist unter Zurücklassung eines noch unausgeglichenen Reliefs schließlich ganz abgeflossen, sondern alle Höhenunterschiede wurden durch die Zementmergel ausgeglichen. Ja, wir müssen am Schluß des schwäbischen Malm wieder eine ganz kräftige Senkung annehmen, die es ermöglichte, daß über den in seichtestem Wasser abgelagerten obersten Zementmergeln wieder mächtige Bankkalke entstehen konnten, die von ihrem Liegenden durch eine über Massenkalk längere, über Zementmergeln kürzere Sedimentationsunterbrechung getrennt sind. Die Senkung wird wohl in Anbetracht des auch an der Basis sehr gleichmäßigen Profils der Hangenden Bankkalke sehr rasch vor sich gegangen sein.

In diesem Zusammenhang ist es interessant, daß im Bruch Münsingen (S. 115) die Sedimentationsbehinderung mit der Grenze Mergel/Kalk zu Ende war, daß sich der Kalk diskordant und horizontal in die Mulde einlegt und sie rasch ausfüllt.

Auch in Franken müssen wir für diese Zeit mit Senkungen rechnen. So wurde schon verschiedentlich darauf hingewiesen, daß die große Mächtigkeit der Solnhofener Plattenkalke nur bei langsam, aber stetig sinkendem Boden möglich ist; Krumbeck (1922/23) machte darauf aufmerksam, daß der Wilde Fels eine erneute Vertiefung anzeigt. Die Schlüsse allerdings, die Krumbeck aus der Fazies des Obertithons von Unterhausen zieht, scheinen mir doch etwas zu unsicher basiert und vorerst nicht beweisbar, und auch die Altersbestimmung der verkieselten Tithonrelikte als jüngstes Untertithon auf Grund einer Anzahl von cf.- und aff.-Formen samt den daraus gezogenen paläogeographischen Schlüssen scheint mir nicht stichhaltig, zumal die stratigraphische Stellung der angezogenen Vergleichspunkte noch durchaus nicht in allen Fällen einwandfrei geklärt ist. Dorn (1928, S. 46/47) hat denn auch aus ähnlichen Resten nur auf „Tithon" geschlossen und mit Recht auf größere Genauigkeit verzichtet.

Leider sind Aufschlüsse mit der Auflagerung der Hangenden Bankkalke auf Massenkalk im Gebiet nicht vorhanden, so daß über Einzelheiten dieser Transgression – so dürfen wir es wohl nennen – nichts ausgesagt werden kann. Bei der Kartierung bin ich an den auf der Karte markierten Stellen bei Bitz auf ein „Basalkonglomerat" gestoßen, d. h. hier sind in den untersten Bänken kleine Massenkalkstückchen, Bruchstücke von Schwämmen, *Chlamys subtextoria* (Mü.) Gf., *Terebratula* sp., *Isoarca cordiformis* Ziet., *Lima* sp. eingelagert: ein aus Nollhoffazies bestehender Untergrund ist aufgearbeitet worden.

5) Auch für die Verkieselungen in der zoogenen Facies (Nollhofschichten) möchte ich jurassisches Alter annehmen, denn sie treten auch am Grunde junger Täler unter mächtigen, verkieselungsfreien Zementmergeln und Hangenden Bankkalken auf.

Wie weit nun die Transgression ging, ob sie die ehemalige Küstenlinie wieder überschritt, dafür besitzen wir gar keine Anhaltspunkte, da am Nordrand der Alb eben alles abgetragen ist. Vielleicht kann der im N gegenüber dem S stärkere Tongehalt beim Vergleich größerer Gebiete paläogeographisch ausgewertet werden.

Es wird überhaupt noch zu prüfen sein, ob sich denen im Lauchertgebiet ähnliche Verhältnisse auch auf der übrigen Alb vorfinden. In der Literatur ist verschiedentlich angegeben (z. B. Engel 1877, S. 215; Kommerell 1926, S. 27/28), daß Plattenkalk deutlich über Massenkalk liegt, ja O. Fraas (1866, S. 18) schreibt: „Im Gegenteil läßt sich aus den Höhenverhältnissen mit Sicherheit nachweisen, daß mit wenigen Ausnahmen das Zetameer über den Massenkalken stand. Auf den heutzutage von Zeta freien Massenkalken vermochten sich infolge von Strömungen oder aus anderen Gründen die Zetaniederschläge gar nicht zu halten, oder haben sich dieselben durch spätere Denudation wieder verloren." Es erscheint also als durchaus möglich, daß die Hangenden Bankkalke einst auf der ganzen Schwäbischen Alb lagen und sich stellenweise noch erhalten haben, daß das Profil von Hegau und Baar überall gilt.

Für Ulm ist es deshalb wahrscheinlich, weil es sich im Lauchertgebiet herausgestellt hat, daß die bekanntesten „Zetamuscheln", wie die Pleuromyen und *Venus suevica* Gf., auf Zementmergel und Hangende Bankkalke beschränkt sind, und die Originale Quenstedt's aus der Ulmer Gegend stammen. Die den Zementmergeln zwischengelagerten „Plattenkalke" des Heidenheimer Profils (S. 78) würden ebenfalls zu den Hangenden Bankkalken gehören, und es würde erneut zu prüfen sein, ob der Brenztaloolith tatsächlich „die letzten Ablagerungen des abziehenden schwäbischen Jurameers" (Engel 1908, S. 466; Musper 1920, S. 106) darstellt. Deren Erhaltung ist entsprechend dem Ausmaß der Abtragung im Lauchertgebiet (z. B. bei Jungnau allermindestens 70 m) überhaupt unwahrscheinlich, und Berckhemer (1929, S. 192) beschreibt aus dem Brenztaloolith *Perisphinctes fasciferus* Neum., also eine Form der Ulmensisschichten.

Die Hangenden Bankkalke sind im Lauchertgebiet bis oben hinauf ganz gleichmäßig ausgebildet; über die endgültige Verlandung des schwäbischen Malmgebiets wissen wir jetzt weniger denn je!

Tektonische Bemerkungen

1. Vorbemerkungen

Es soll nun versucht werden, mit Hilfe der im stratigraphischen Abschnitt gewonnenen Ergebnisse eine Übersicht über die Tektonik des untersuchten Lauchertgebiets zu gewinnen. Zu diesem Zweck wurden in den nicht kartierten Gebieten Übersichtsbegehungen durchgeführt.

Da bei einer tektonischen Studie im Oberen Malm wegen der durch die Verzahnung von geschichteter und zoogener Fazies geschaffenen Kompliziertheit stratigraphische Daten nicht — wie es sonst im schwäbischen Mesozoikum der Fall ist — ohne eingehende Prüfung benützt werden dürfen, ist eine kleine Übersicht vielleicht nützlich, die zeigt, worauf zu achten ist.

1. Fazielle Verschiedenheiten im Massenkalk sind kein Kriterium für Tektonik.
2. Sämtliche geschichteten Sedimente können primär scharf und ohne Übergang neben Massenkalk liegen, ohne daß eine Verwerfung vorliegt. Handelt es sich jedoch um Hangende Bankkalke, so ist eine Störung mit Sicherheit zu vermuten. Ebenso, wenn die Höhe des neben einem Fleck geschichteter Fazies aufsteigenden Massenkalks größer ist, als die ergänzte Schichtfolge bis zur Obergrenze der Zementmergel betragen würde. (Beispiel: Lauchertstörung östlich von Veringendorf).
3. Geschichtete Sedimente dürfen auf Höhenlage hin nur miteinander verglichen werden, wenn es sicher ist, daß sie in Hauptmulden liegen (S. 104).
4. Die Bänke der geschichteten Fazies können (abgesehen von den Hangenden Bankkalken) bis zu 20° geneigt sein, ohne daß eine Störung vorliegen muß.

Nach der Unübersichtlichkeit im Bereich der vertikalen Verbreitung der zoogenen Fazies hat sich deren Oberfläche bzw. die Basisfläche der Hangenden Bankkalke als eine für tektonische Zwecke vorzüglich geeignete Grenze erwiesen, denn nach der muldenförmigen Einlagerung der tieferen Stufen hat hier eine völlig regelmäßige und regionale Auflagerung stattgefunden, eine letzte Schichtstufe konnte zur Ausbildung gelangen. Diese Möglichkeit wurde im Lauchertgebiet auch in erheblichem Maße benützt, denn die Abtragung hat wohl die Hangenden Bankkalke weitestgehend entfernt, aber doch an den harten Massenkalken oft Halt gemacht (Beispiele S. 116/18). Freilich verhinderte die Diskontinuität der Basisfläche der Hangenden Bankkalke die Ausbildung einer vollständigen Schichtstufe: Zementmergel konnten leicht ausgeräumt werden, und entsprechend den Lagerungsverhältnissen entstand eine seichte Einmuldung. Aber

wenn auf größere Erstreckung nur Massenkalke lagen, kommt die Stufe deutlich zum Ausdruck. Selbst wenn dann nachher wieder eine kräftigere Zertalung einsetzte, blieb die Fläche — mindestens im Lauchertgebiet — noch als „Gipfelflur" erhalten.

Als Vergleichsgrenze für Streichlinienkarten ist die Massenkalkoberfläche vor allem auch deshalb vorzüglich geeignet, weil sie — was wohl selten von einer derartigen Vergleichsgrenze gesagt werden kann — eine primäre Nullage anzeigt. Bedenken wir, daß das durchschnittliche jurassische SO-Fallen der Grenze Zementmergel/Ulmensisschichten ungefähr 1 % beträgt, so erweist sich, wie große Fehler vermieden werden können, wenn postjurassische Bewegungen in ihrem Ausmaß erfaßt werden sollen.

Die beiden Streichlinienkarten wollen nur als Versuch aufgefaßt werden und können sich in der Genauigkeit mit denen, die etwa im Gebiet des Dogger schon konstruiert worden sind, bei weitem nicht messen. Es liegt in der Eigenart der Stratigraphie begründet, daß das Beobachtungsnetz sehr weitmaschig ist; ferner sind ganz exakte Werte sowieso selten zu bekommen, da die geschichtete Fazies in ziemlich mächtige ungliederbare Einheiten zerfällt, deren Mächtigkeit außerdem stark wechselt und dabei nur von wenigen Stellen genau bekannt ist. Daß die Massenkalkoberflächen natürlich nicht auf den Meter genau zu bestimmen sind, ist ein weiterer Grund zur Ungenauigkeit. Ein ungefähr richtiges Bild dürften die Karten jedoch schon bieten.

Eine exakte Festlegung der Störungen ist gleichfalls oft erschwert, weil direkte Beobachtungen sowohl innerhalb der Massenkalke wie im S auch innerhalb der Hangenden Bankkalke wegen der fehlenden Gliederungsmöglichkeit nicht angestellt werden können. Immerhin aber ließ sich der Verlauf stets mit guten Gründen mutmaßen, so daß er mit gestrichelter, manchmal sogar ausgezogener Linie in die Karte eingetragen werden konnte.

Der tektonische Bau des Lauchertgebiets ist ziemlich kompliziert. Drei Systeme lassen sich unterscheiden, die sich wechselseitig durchkreuzen:

Der Hohenzollerngraben (herzynische Richtung),
Das System der Lauchertstörungen (rheinische Richtung),
Das System des Donauabbruchs (varistische Richtung).

2. Streichen und Fallen der Schichtfolge

Das Streichen und Fallen der Schichtfolge zeigt nur selten Abhängigkeit von der Bruchtektonik und erweist sich so als durchaus selbständiger tektonischer Faktor. Auch die Lagerung innerhalb der Gräben gehorcht ihm. Die Schiefstellung ist nicht einheitlich, sondern zerfällt deutlich in drei Zonen: in eine nordwestliche Zone mit SW/NO-Streichen und starkem Fallen nach SO, eine nahezu ebene Platte in der Mitte und eine südöstliche Zone mit wiederum starkem Fallen nach SO.

Die nordwestliche Zone ist im SO durch die Linie Winterlingen—Gammertingen begrenzt und bildet in ihrer Lagerung die Fortsetzung der im NW gelegenen Hohenzollernalb. Die Grünvogel'sche Karte (1914) läßt dort ein Einfallen von ungefähr 2 % nach SO erkennen, das sich auch im Vorland (Müller 1915, S. 488/89) im selben Ausmaß feststellen ließ. Für das im Westen anschließende Gebiet des Blattes Balingen/Thanheim fand Schmierer (1926, S. 12) ein ungefähr nordnordöstliches Streichen.

Innerhalb des untersuchten Gebiets beträgt das Fallen etwas mehr als 2%: Setatuszone nördlich Bitz noch bei P. 897,2.

Grenze Setatus/Siliceuszone nordnordöstlich von Bitz von 871—854 m fallend. Grenze Setatus/Siliceuszone nordöstlich vom Freudenweiler bei 705 m.

Von hier bis zur Ziegelhütte Neufra Fallen etwa 3 %, doch ist die Größe dieses Werts durch eine unten zu besprechende Flexur bedingt. Im SW des Hohenzollerngrabens steht geschichtete Fazies nicht zur Verfügung, die Massenkalkoberfläche muß herangezogen werden, die vom

	Bocksberg	928,3 m	über
	Annimannshau	910,6 m	
	Hecke	877,5 m	(hier besonders deutlich)
	P.	847,2 m	
bis zu	Unterer Hau	802 m	absinkt und schließlich beim
	Banholz	von 790,6—770 m	eine dünne Decke von Hangenden Bankkalken trägt.

Von der Ziegelhütte Neufra bis Gammertingen ist das Fallen nur noch sehr schwach, wegen einiger kleiner Störungen kann Genaues nicht angegeben werden.

Die mittlere Zone wird etwa durch die Orte Winterlingen, Gammertingen, Blättringen und Veringendorf begrenzt. Sie ist von vielen Störungen durchzogen, so daß sie in mehrere, tektonisch verschieden hoch liegende Teilstücke zerfällt, deren jedes nahezu horizontale Lagerung aufweist. Das westlichste Stück fällt schwach nach O ein, es ist großenteils von Juranagelfluh bedeckt.

Während bei Winterlingen der Massenkalk noch fast 800 m hoch liegt (Bühl), sinkt er nach Benzingen auf 760 m ab (Fläche des Häger—Härlebühl, s. S. 117) entsprechend neigt sich die Massenkalkoberfläche bei Blättringen:

Südöstlich von Blättringen	795 m	
Fläche auf	786 m	
Bockstall	770 m	
Alb	757,3 m	und südlich davon
P.	756,4 m.	

Das Erosionsrelikt der Hangenden Bankkalke auf dem Rauschberg, selbst nach O fallend, berechtigt zu dem Schluß.

Die so resultierende Streichlinie 750 läßt sich über Harthausen zur Ziegelhütte Neufra (Grenze Ulmensisschichten/Zementmergel bei 725 m), dann über die Hohe Fichten nordöstlich vom Birkhof bis nach Gammertingen verfolgen (Fläche des Hochbergs und P. 750,2, Grenze Ulmensisschichten/Zementmergel wenig östlich davon bei 700 m). Und die großen Flächen vom Birkhof, über dem Vehlatal drüben von Egertsbühl und Ah liegen nur wenige Meter tiefer!

Zwischen den beiden rheinisch streichenden Verwerfungen von Hettingen und Veringenstadt (s. u.) liegen auf mehrere Kilometer alle Massenkalkoberflächen 780—785 m hoch.

Ebenso schwankt die Grenze Hangende Bankkalke/Massenkalk im Lauchertgraben zwischen Veringenstadt und Jungnau nur wenig um 700 m herum.

Mit scharfem Schnitt beginnt eine Zone von erneutem südöstlichem Fallen, die weiter unten behandelt werden soll.

3. Der Hohenzollerngraben

Durch die Arbeiten von Grünvogel (1914) und Müller (1915) sind wir mit dem Hohenzollerngraben bekannt geworden, der bei Weilheim westlich von Hechingen beginnt, dann über den durch ihn als Vorberg bedingten Hohenzollern (Lang 1913) auf die Albhochfläche übertritt und beim Neuweiler nordwestlich von Bitz nach der Ansicht Grünvogel's allmählich ausklingen soll, nachdem er bei Onstmettingen mit über 100 m Sprunghöhe sein Maximum erreicht hatte.

Durch die Kartierung hat sich nun ergeben, daß er noch weit in die Alb hinein weiterzieht: die nördliche Randverwerfung klingt erst bei Veringenstadt, die südliche bei Harthausen aus.

Grünvogel hat beim Neuweiler „ζ" eingezeichnet. Dieser Fleck enthält ein in seinen einzelnen Teilen schon besprochenes vollständiges Profil der geschichteten Fazies, das wegen seiner nach NW weit vorgeschobenen Lage von großem Wert ist. Es lautet, parallel der Störung vom Bühl zum Neuweiler aufgenommen:

912 bis 898 m	Hangende Bankkalke
bis 882 m	Zementmergel (Lehmgrube)
bis 860 m	Ulmensisschichten (Grenze gegen die Setatuszone an der Straße)
gestört	Setatuszone (Straße nördlich vom Neuweiler)
tektonisch höhergestellt:	
bei 862 m	Subeumelazone (Bruch nördlich vom Neuweiler).

Da neben den Hangenden Bankkalken des Bühl auf dem Rösp bei 898,8 m wieder Siliceuszone liegt (S. 51), muß eine Störung dazwischen liegen, deren Richtung ich nicht festgestellt habe. Möglicherweise handelt es sich um die Fortsetzung der kleinen Störung beim Neuweiler. Diese streicht etwas anders, als Grünvogel sie eingetragen hat (s. S. 27).

Die beiden Randverwerfungen setzen bei Bitz beträchtlich weiter südlich ein als sie auf Grünvogel's Karte aufhören. Wie die beiden „Enden" zu verbinden sind, konnte ich leider wegen Zeitmangels nicht mehr untersuchen. Die alte südliche Verwerfung setzte schon innerhalb des Grünvogel'schen Gebiets beim Neuweiler aus und wird von einer weiter südwestlich gelegenen Parallelstörung abgelöst, die in ihrer Richtung genau auf die Störung südlich von Bitz hinzieht. Eine Verbindung ist deshalb wohl statthaft. Anders im N: Beim Neuweiler wie bei Bitz liegt die Basisfläche der Hangenden Bankkalke bei rund 900 m, so daß ihre direkte Verbindungslinie eben ist. Nun steigen aber die dazwischen liegenden Massenkalkberge des Haubenwang, Storren, Katzenwang, Enzenberg, Dempbach sehr beträchtlich höher hinauf, so daß der tektonische Bau hier ziemlich verwickelt sein muß; vielleicht setzen Verwerfungen auf die kurze Strecke überhaupt völlig aus, oder sind Querverwerfungen vorhanden.

Die nördliche Randverwerfung besitzt nördlich von Bitz vom Gabelhau bis zur Roßstelle eine Sprunghöhe von etwa 80 m. Diese große Sprunghöhe kommt dadurch zustande, daß ein kleiner Spezialgraben den Hutzlenbühl um 30 m gegen innere Teile des Grabens versenkt hat. Nördlich vom Auchten

ist diese Störung in Form einer Linie mit starker Calcitdurchtrümerung innerhalb der Hangenden Bankkalke noch kurz zu verfolgen, um dann anscheinend auszuklingen.

Zwischen Roßstelle und vorderem Rain läuft die Störung durch Massenkalk und entzieht sich deshalb einer genauen Untersuchung. Sie muß auf dieser Strecke eine kleine Abbiegung nach S erfahren, die vielleicht durch den ganz merkwürdigen Verlauf des Trockentals zwischen Schweigstall und Vorderem Rain wiedergegeben wird.

Südlich vom Freudenweiler kann die Störung wieder fast auf den Meter genau bestimmt werden, Sprunghöhe etwa 60 m. An einer etwa 25 m betragenden Querstörung im Gewand Nettendorf ist der nordwestliche Flügel abgesunken, südöstlich von ihr ist die Sprunghöhe der Hauptverwerfung um diesen Betrag geringer und mißt südlich vom Großhohen nur noch 20—25 m, da zugleich eine randliche Hochschleppung der abgesunkenen Scholle stattgefunden hat. Zwei kleine Parallelverwerfungen innerhalb des Grabens sind hier noch bemerkenswert.

Über die weitere Fortsetzung nach SO kann ich keine Angaben machen, da Übersichtsbegehungen im Massenkalk kein Ergebnis brachten. Erst nordwestlich von Veringenstadt tritt die Störung wieder deutlich in Erscheinung: die Hangenden Bankkalke des Eich — Basis bei etwa 700 m — sind gegen den Massenkalk des Büchle um mindestens 45 m versenkt, und am rechten Laucherthang bei der Kapelle Dillstetten-Veringenstadt liegt die Grenze Subeumela/Setatuszone bei ungefähr 685 m (S. 22), während wenig südlich davon der Bruch in der Siliceuszone (s. S. 52, 110) eine Höhe von 650 m besitzt. Auf der anderen Talseite sinkt die Fläche des Bol, deren Höhe (770—785 m), gemessen an der der Setatuszone, sie als Massenkalkoberfläche kennzeichnet, plötzlich zu der westlich vom Alten Hau (730—740 m) ab. Nach SO finden sich weitere Anzeichen nicht mehr.

Das vermutete Zwischenstück zwischen den beiden Teilen wurde gestrichelt eingetragen. Eine nennenswerte Sprunghöhe kann aber kaum vorliegen, da ja vorn auf die anscheinend ungestört durchziehende 750 m-Streichlinie aufmerksam gemacht werden konnte.

Die südliche Randverwerfung verläuft durchweg im Massenkalk und ist deshalb nirgends ganz scharf zu fassen. Da aber Bocksbergle, Sahlenhäule, Bergle, Kohlstatt, Hecke als Massenkalkhügel im Verhältnis zur jeweils nördlich davon gelegenen geschichteten Fazies (Ulmensisschichten des Triebs, Hangende Bankkalke von Ehrenbruch und Schorren) viel zu hoch liegen, kann die Störung mit einer horizontalen Fehlergrenze von etwa 100 m genau eingezeichnet werden. Die Sprunghöhe scheint die Werte der nördlichen Randverwerfung nicht zu erreichen, zwischen Hecke und Schorren beträgt sie, im Hangenden der vorhin erwähnten Querstörung, wie im N nur noch ungefähr 25 m. In der Umgebung von Hermannslust kann festgestellt werden, daß die gesunkene Scholle randlich hochgeschleppt ist.

In der Gegend von Harthausen scheint die Verwerfung ganz auszuklingen (Massenkalk bei Harthausen gleich hoch wie der des Hohen Glassert), nachdem zwischen Banholz und der Grenze Hangende Bankkalke/Zementmergel am Weg im Waldteil XII (765 m) noch eine kleine Höhendifferenz bestanden hatte.

Das Streichen innerhalb des Grabens ordnet sich, wie schon erwähnt, dem der Schichtplatte unter, so daß das Fallen stark nach SO geht. Dies ist aus der Höhenlage der Basisfläche der Hangenden Bankkalke unmittelbar abzulesen:

Auchten Bitz	900 m
Halden Bitz	860 m
beim Hohlen Fels	830 m
Kienerhalde	810 m.

Da an der Abzweigung der Straße nach Truchtelfingen von der nach Ebingen bei Bitz Hangende Bankkalke in tiefer Lage neben Massenkalk liegen und ein dort neu geschaffener Aufschluß ein stark gestörtes Bild bot (Zementmergel und Massenkalk durcheinander, Fallen 31° nach S), muß südlich vom Guckenbühl durch den Massenkalk eine Querstörung verlaufen, die jedoch nicht genau festgelegt werden konnte. Ihr ist es auch zu verdanken, daß im Bruch auf dem Auchten Bitz die Hangenden Bankkalke stark, mit 13°, nach O 60° S einfallen.

An der schon erwähnten Querstörung Hermannslust—Nettendorf steigen die Schichten innerhalb des Grabens wieder höher, nachdem schon vorher das SO-Fallen schwach geworden war (Kienerhalde). An der Hangendscholle lassen sich dabei beim Schorren Schleppungserscheinungen beobachten.

Morphologisch ist der Graben vollständig ausgeglichen; die Erosion, die das heutige Oberflächenbild geschaffen hat, hat ihn schon fertig vorgefunden, wie es in dem bisher schon bekannten Teil ja auch der Fall ist. Wie der Wechsel zwischen Hart und Weich, zwischen zoogener und geschichteter Fazies überall bis ins kleinste nachgearbeitet wurde, ist es auch bei ihm. So kommt es, daß die abgesunkene Scholle bei Bitz weit höher aufragt als die im Hangenden liegende große Fläche von Setatuszone, weil Bitz auf Massenkalk steht, im N aber die weichen Zementmergel und Ulmensisschichten leicht ausgeräumt wurden. Es ist dieselbe Umkehr des Reliefs, auf die Hennig (1920) für die nordwestliche Fortsetzung hingewiesen hat. Anders ist es bei Hermannslust. Hier besteht im S das Hangende aus Massenkalk, deshalb erscheint der Graben auch morphologisch als solcher (Kohlstatt—Ehrenbuch); im Norden dagegen stoßen beiderseitig geschichtete Fazies aufeinander: die Störung ist vollständig eingeebnet (Feldfläche südlich vom Freudenweiler), genau wie bei Bitz die Hangenden Bankkalke des Hutzlenbühl und die Setatuszone gleich hoch nebeneinander liegen.

4. Das System der Lauchertstörungen

Hennig (1926) hat mit guten Gründen darauf hingewiesen, daß die lange Geländekante, die links der Lauchert von Veringenstadt bis Sigmaringen (Veringer Stöckle westlich von Inneringen bis Wittberg bei Sigmaringen) ganz auffällig in Erscheinung tritt, durch eine mächtige junge Verwerfung bedingt ist. Die Kartierung hat diese Ansicht voll bestätigen können, weiter aber das Ergebnis gebracht, daß sie von einem ganzen System ihr paralleler Störungen begleitet wird, die sich im ganzen zum Bild eines Grabens zusammenschließen, der nach N immer weiter auseinandertritt.

Die westlichste Störung liegt in Form einer Flexur vor, die zwischen Freudenweiler und Neufra eine kräftige Abbiegung nach O verursacht und Hohenzollerngraben wie stehengebliebene Schollen gleichermaßen betrifft. Eine genaue Lokalisierung gelingt nicht, so daß sie nur auf der tektonischen Übersichtskarte, nicht auf der Spezialkarte eingetragen wurde, Sprünge scheinen nicht vorhanden zu sein.

In der Mulde südwestlich der Ziegelhütte Neufra tritt ein schmales Zementmergelband (zusammen mit Massenkalk) auf, das nur durch die Flexur erklärt werden kann, weil unmittelbar westlich davon Ulmensisschichten wieder viel höher ansteigen.

Im Hohenzollerngraben südöstlich vom Freudenweiler liegen die Hangenden Bankkalke auf der freien Ackerfläche zwischen Altem Hau und Kolbenloch bei 830 m dem Massenkalk auf, wenig südöstlich davon am Weg im Waldteil XII bei 765 m über Zementmergeln.

Im Hangenden südlich der Störung besteht der P. 828,1 (Blatt Winterlingen, an der Blattgrenze) aus Massenkalk, wenig östlich davon liegt am Waldrand bei 764 m eine Grube in der untermiozänen Meeresmolasse auf der Grenze Hangende Bankkalke/Massenkalk.

Die Flexur streicht demnach SSW—NNO.

Eine kleine Verwerfung bei der Ziegelhütte Neufra schlägt in ihrem Streichen schwach nach W aus, dürfte aber auch zum System der Lauchertstörungen gehören. Sie wird von einer anderen, varistisch streichenden, gekreuzt, so daß im doppelt abgesunkenen Teil eine Sprunghöhe von immerhin 50 m zu verzeichnen ist.

Nach O folgt eine große Verwerfung, die von der Gegend nordwestlich von Veringenstadt bis zur Donau verfolgt werden kann und die westliche Randverwerfung des Lauchertgrabens darstellt.

Die Hangenden Bankkalke des Eich mit der Basisfläche bei etwa 700 m sind schon durch die Hohenzollernstörung versenkt, sie liegen aber auch etwas tiefer als der Massenkalk im W (Gereut), so daß hier auch eine kleine, NS streichende Verwerfung anzunehmen ist. Diese steigert sich rasch gegen S, verläuft in dem Trockental zwischen Katzensteig und Dachshalde und verwirft hier die Massenkalkoberflächen des Häger und Härlebühl (757,4 und 758,0 m) gegen die südlich der Dachshalde (700 m, s. S. 117); westlich von Veringendorf benützt sie das Trockental zwischen Roßwang und Lausert: Fläche des Roßwang 770 m, Grenze Hangende Bankkalke/Massenkalk auf dem Lausert bei 700 m; sie springt dann auf den Stockert über. Der weitere Verlauf kann der Karte entnommen werden, er ließ sich durch das Abstoßen von Hangenden Bankkalken an Massenkalk überall mit großer Genauigkeit festlegen. Die Sprunghöhe beläuft sich durchweg auf etwa 50 m, im S, wo sich die Störung in zwei Äste teilt, wird sie etwas größer. Das schwache O-Fallen der mittleren Zone (S. 142) scheint als ein der Verwerfung paralleles Abbiegen ursächlich mit ihr zusammenzuhängen. In der Gegend des Großwieshofs springt eine Nebenstörung mit 40—50 m Sprunghöhe spießeckig in den hangenden Flügel hinein.

Die östliche Hauptverwerfung des Lauchertgrabens ist von Sigmaringen bis Veringendorf einheitlich und zieht dann in mehreren Staffeln jeweils nach W versetzt weiter.

Östlich von Gammertingen streicht eine Störung in nordnordöstlicher Richtung (siehe Tafel 7). Beim Reservoir hat sie den Muldenrand kaum mehr verworfen, wenig nördlich zeigte sie sich bei Grabarbeiten noch als Zerklüftungszone im Massenkalk. Nach SSW nimmt sie rasch an Sprunghöhe zu (die Ulmensisschichten des Bruchs beim Friedhof fallen mit 10° senkrecht von ihr weg nach W 70° N), beim Erreichen des Laucherttals beträgt sie 40 m (Grenze Setatus/Siliceuszone am rechten Lauchertufer gegenüber Straßen-km 87 bei 660 m, im Bruch an der Straße nach Feldhausen bei 700 m). Beim Eisenbahnübergang kurz oberhalb von Straßen-km 56 ist sie deutlich erschlossen (s. S. 133); nach SSW verliert sie sich dann rasch wieder, da ja die Massenkalkoberfläche des Hochbergs (550 m), die sich entsprechend dem Fallen der Grenze Ulmensisschichten/Zementmergel in der Mulde sanft nach SO zum Egertsbühl (744,5 m) gesenkt hatte, mit der von Birkhof und Ah ein einheitliches Ganzes bildet.

Eine kleine OW streichende Störung bei Gammertingen mag hier kurz erwähnt werden. An der neuen Straße nach Neufra verwirft sie Siliceuszone gegen Setatuszone um etwa 15 m und zeigt sich links der Lauchert noch als Flexur. Im großen Eisenbahneinschnitt fallen die Bänke senkrecht zu ihr mit 5° nach S, und auf der Hochfläche zwischen Gammertingen und Neufra wirkt sie sich so aus, daß die Massenkalkoberfläche von Hochberg und P. 750,2 nach N plötzlich auf 770 m ansteigt.

Auf die nächste Staffel hat Hennig (1926, S. 69) schon aufmerksam gemacht. Sie kann nur aus den Massenkalkhöhen erschlossen werden, da geschichtete Fazies zum Vergleich nicht zur Verfügung steht. Daß die Fläche des Ah mit 743,5 m der Massenkalkoberfläche angehört, konnte gezeigt werden; sie steigt nach NO zum P. 760,2. Auf der andern Seite des Hettinger Tals geht aber der Massenkalk sofort bis auf ungefähr 780 m herauf, hier mit einer Verebnung abschließend. Im Hettinger Tal muß deshalb eine Verwerfung verlaufen, die etwa an der Roten Steig einsetzt. Sie zieht nach SSW im Laucherttal bis Hermentingen, immer mit einer Sprunghöhe von etwa 40 m, und muß sich noch weiter nach SSW erstrecken, da beim Hasenried ja untere Setatuszone 685 m hoch liegt — Massenkalkoberfläche also etwa 780 m —, das ebenfalls der Massenkalkoberfläche angehörende Büchle aber nur 744,2 m hoch. Eine weitere Fortsetzung ist fraglich, immerhin liegt der Massenkalk südöstlich von Veringenstadt wesentlich höher als die Massenkalkoberfläche südlich der Dachshalde.

Im O hat aber schon längst wieder eine neue, gleichsinnige Verwerfung begonnen, die auf der Karte als Geländekante deutlich zum Ausdruck kommt, worauf Hennig ebenfalls schon hinwies. Sie beginnt schwach angedeutet beim Schnitt der Straße Hermentingen-Inneringen mit Isohypse 790 und zieht sich, immer kräftiger werdend, nach SSW über Bol, westlich am Alten Hau und Breitenberg vorbei bis kurz vor den Emmetberg/Veringendorf. Daß die Fläche des Bol der Massenkalkoberfläche entspricht, wurde schon gezeigt (S. 144), sie wird dann durch die Hohenzollernstörung verworfen (s. o.), liegt südöstlich von Veringenstadt bei 720/30 m und senkt sich allmählich zum Emmetberg, der sich ja vorn (S. 117) ebenfalls schon als Massenkalkober-

fläche erwies. Die Geländekante kann demnach nicht erosiv sein, sondern muß ihr Dasein einer Verwerfung verdanken. Die Sprunghöhe beträgt am Weg Veringenstadt—Hohwieshof ungefähr 50 m, sie erreicht hier ihr Maximum.

Eine letzte Staffel endlich setzt nochmal weiter im O urplötzlich auf dem Breitenberg ein, morphologisch tadellos ausgeprägt. Von der spatenförmigen Ackerfläche an wurde sie ja genau kartiert: sie verläuft im Zimmertal, verdoppelt sich dann und erreicht rasch eine Sprunghöhe von 110 m, die sie auf ihrem weiteren, fast südlich gerichteten Verlauf bis zum Lauchertknie annähernd beibehält. Sie verwirft dabei die Massenkalkoberfläche Ghaiberg—Entenberg—P. 668,9 P. 646,8 (Burg), der auf der andern Lauchertseite die Grenze Hangende Bankkalke/Massenkalk bei 640 m entspricht, gegen die Massenkalkoberfläche Egelswang–Auchten–Ettenberg—Scheinenberg—Frauenstock—Hoppenthal (S. 117. Siehe dazu Fig. 13 und 14 auf Taf. 5 und 6). Vom Lauchertknie ab drehen die beiden Verwerfungen etwas mehr gegen W und treten weiter auseinander. Während die innere bald vollends ausklingt, besitzt die äußere bei ihrem Schnitt mit dem Donautal immer noch eine Sprunghöhe von 80 m. Eine genaue Begründung kann unterbleiben, da die Karte deutlich spricht.

Von Jungnau bis in die Gegend des Nollhofs ist innerhalb des Grabens ein Spezialhorst entwickelt, der in seinem südlichen Teil, da Hangende Bankkalke noch erhalten und mitverworfen sind, genau festgelegt werden kann, in seinem nördlichen Teil daraus erschlossen werden muß, daß die Massenkalkberge Tuife und Härtle gegenüber den westlich davon gelegenen Hangenden Bankkalken und den östlich davon freigelegten Massenkalkoberflächen zu hoch sind.

Im südlichen Teil des Lauchertgrabens hat eine ziemlich weitgehende Aufsplitterung stattgefunden, die zwar teilweise nicht exakt dargestellt werden kann, da Diluvialbedeckung und vor allem der Umstand, daß sie innerhalb der vorerst nicht weiter gliederbaren Hangenden Bankkalke ausstreicht, dies verhindern. Immerhin läßt sich aus den vorliegenden Daten ein ungefähres Bild rekonstruieren. Auch hier kann ohne nähere Erläuterungen auf die Karte selbst verwiesen werden.

Außerhalb des Grabens liegen zwei Störungen mit derselben Streichrichtung: die eine bei Hochberg mit geringer Sprunghöhe, die andere nördlich von Sigmaringen. Diese kann allerdings nicht genau festgelegt werden: nordöstlich vom Wittberg ist die Grenze Ulmensisschichten/Zementmergel um ungefähr 35 m verworfen, die Störung muß dabei aber im Massenkalk verlaufen. Nach S wird sie vom Diluvium verdeckt, ist aber nördlich vom Waisenhaus aus der geringen Höhendifferenz zwischen Ulmensisschichten und den Hangenden Bankkalken der Sieben Kriesbäume – die stark von ihr weg nach N 75° O fallen — mit Sicherheit zu vermuten. Im Massenkalk südöstlich vom Kriegerdenkmal entspricht ihr eine sägebrettartige Zerklüftung in Richtung N 10—25° O.

5. Der Donauabbruch

Die Aufsplitterung im südlichen Teil des Lauchertgrabens ist wohl großenteils dadurch bedingt, daß der Lauchertgraben hier zum Schnitt mit dem dritten tektonischen System, dem Donauabbruch, kommt.

Von der Linie Blättringen—Veringendorf ab beginnt nach der mittleren, mehr oder weniger eben lagernden Zone ziemlich unvermittelt eine Zone starken SO-Fallens, die den Malm auf einer kurzen Strecke so tief versenkt, daß die diluviale Vereisung hier bis Sigmaringen vorstoßen konnte. Es soll hier nicht auf die alte Streitfrage nach der südöstlichen Begrenzung der Malmtafel eingegangen werden, die ja bisher ausschließlich auf der Grundlage der Tertiärstratigraphie erörtert wurde und deshalb nicht zu allseitiger Zufriedenheit gelöst werden konnte. Ich möchte mir dies für später vorbehalten und hier nur auf den Tatbestand hinweisen. Es zeigt sich eine sehr gleichmäßige Neigung im Lauchertgraben wie in dessen Hangendflügeln, die bei der weitgehenden Erhaltung der Hangenden Bankkalke unmittelbar aus der Karte abgelesen werden kann, in der Zone der starken Zersplitterung aber verständlicherweise nicht mehr recht deutlich wird. Bei Hoppenthal kam es zu einer kleinen Störung, die auch in den Lauchertgraben hineinzieht.

Südöstlich von Sigmaringen scheint eine Verwerfung mit ziemlich erheblicher Sprunghöhe durchzustreichen: der Massenkalk des Dettinger Bergs erreicht 665 m Höhe, im Nonnenhölzle und auf der anderen Donauseite dagegen verläuft die Talsohle bei 560 m noch innerhalb der Hangenden Bankkalke, nachdem im Eisenbahneinschnitt südwestlich vom Schönenberg noch Massenkalk und Zementmergel anstanden. Zwischen ihm und dem Nonnenhölzle muß die Verwerfung durchziehen, sie quert das Laucherttal etwas nördlich vom Hüttenwerk, bei Sigmaringen liegt sie südlich von Hedingen. Ich bin ihr nicht näher nachgegangen, da die inzwischen von Herrn Prof. Dr. M. Schmidt begonnene Kartierung des Blattes Sigmaringen ja die genaue Festlegung bringen wird.

6. Das Alter der Störungen

Für den Hohenzollerngraben haben Müller (1915) und Hennig (1920, 1923) mit guten Gründen auf ein ziemlich hohes — prämittelmiozänes — Alter geschlossen. Dies gilt auch für die neuentdeckte Fortsetzung, denn auch hier haben die höchsten Schichten, die Hangenden Bankkalke, im Graben erhalten bleiben können, während sie sonst völlig abgetragen sind, mußten also vor dem Beginn der letzten starken Erosionsperiode auf der Albhochfläche schon versenkt gewesen sein. Spätestens diese hat auch den Graben morphologisch völlig verwischt.

Anders ist es bei den Lauchertstörungen. Die östliche Randverwerfung hat Hennig (1926) schon als postunterpliozän erkannt. An dieser Bestimmung darf nicht gezweifelt werden, so ungewöhnlich sie bei der beträchtlichen Sprunghöhe auch klingt, denn die pliozänen Donauschotter, die sich auf der Tuife südsüdwestlich von Jungnau finden (cf. Hennig), sind bei einer Höhenlage von 690 m gegen die 730 m hoch liegenden von Hoppenthal verworfen. Wenn wir annehmen, daß die östliche Verwerfung des Spezialhorstes innerhalb des Grabens ebenfalls postunterpliozän ist, könnte sogar die ganze Sprunghöhe der östlichen Hauptverwerfung erst nach dem Unterpliozän zustandegekommen sein, trotzdem die Schotter ihren gesamten Betrag nicht mitmachen.

Bei der westlichen Hauptverwerfung dagegen gehen die unterpliozänen Donauschotter beim Großwieshof ungestört von Massenkalk auf die verworfenen mächtigen Hangenden Bankkalke über. Diese Verwerfung muß also älter sein. Dies kommt auch dadurch zum Ausdruck, daß ihr entlang bis Veringenstadt hinauf die Hangenden Bankkalke noch erhalten sind, während sie dem östlichen Teil des Grabens ganz fehlen. Alle Verwerfungen sind aber erst nach der Bildung der Juranagelfluh entstanden, denn auch ein neu aufgefundener Fleck unmittelbar neben der Westverwerfung bei Veringendorf (Straße nach Benzingen, südlich der Kurve hinter km 2, 700—710 m) hat die Tieflegung in vollem Ausmaß mitgemacht, und die Decke von Winterlingen—Benzingen senkt sich gemäß dem Fallen des Malm nach O. Daß die Erosionsrelikte von Ghaiberg, Entenberg und P. 668,9 an der Ostverwerfung älter als die Tektonik sind, hat Hennig (1926) schon gezeigt. Es sei in diesem Zusammenhang auch auf die vollkommene morphologische Unausgeglichenheit des ganzen Störungssystems hingewiesen, sind doch die Massenkalkoberflächen in jeder Höhenlage und in jeder tektonischen Schiefstellung noch erhalten. Die Störung von Gammertingen zieht mitten durch die Mulde, so daß im Hangendflügel geschichtete Fazies, die vorher unter Tag lag, nunmehr am Talhang ansteht; sie wurde entgegen aller sonstigen Gewohnheit nicht flach ausgeräumt, sondern bildet jetzt noch einen steilen Hang.

Es scheinen auch noch ganz junge Bewegungen stattgefunden zu haben, da das Trockental zwischen Stockert und Nagelschmiedshau südwestlich von Veringendorf plötzlich steil abbricht, um 25 bis 30 m weiter unten weiterzuziehen, wobei die Abbruchsstelle genau auf der Westverwerfung des Lauchertgrabens liegt. Vorsichtshalber möchte ich darauf hinweisen, daß es „Zufall" ist, wenn nördlich von Sigmaringen das Diluvium an einer im Malm festgestellten Verwerfung aufhört.

Die tektonische Verstellung am Donauabbruch und die der gesamten Schichtplatte scheint sich noch wesentlich komplizierter abgespielt zu haben als die Vorgänge an den Lauchertstörungen. Durch Ausdehnung der Untersuchung auf unmittelbar benachbarte Gebiete und unter Zuhilfenahme morphologischer Befunde und der Tertiärstratigraphie lassen sich einzelne Phasen mit ziemlicher Schärfe erfassen. Ihre Darstellung würde hier zu weit führen und soll deshalb einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

Zusammenfassung

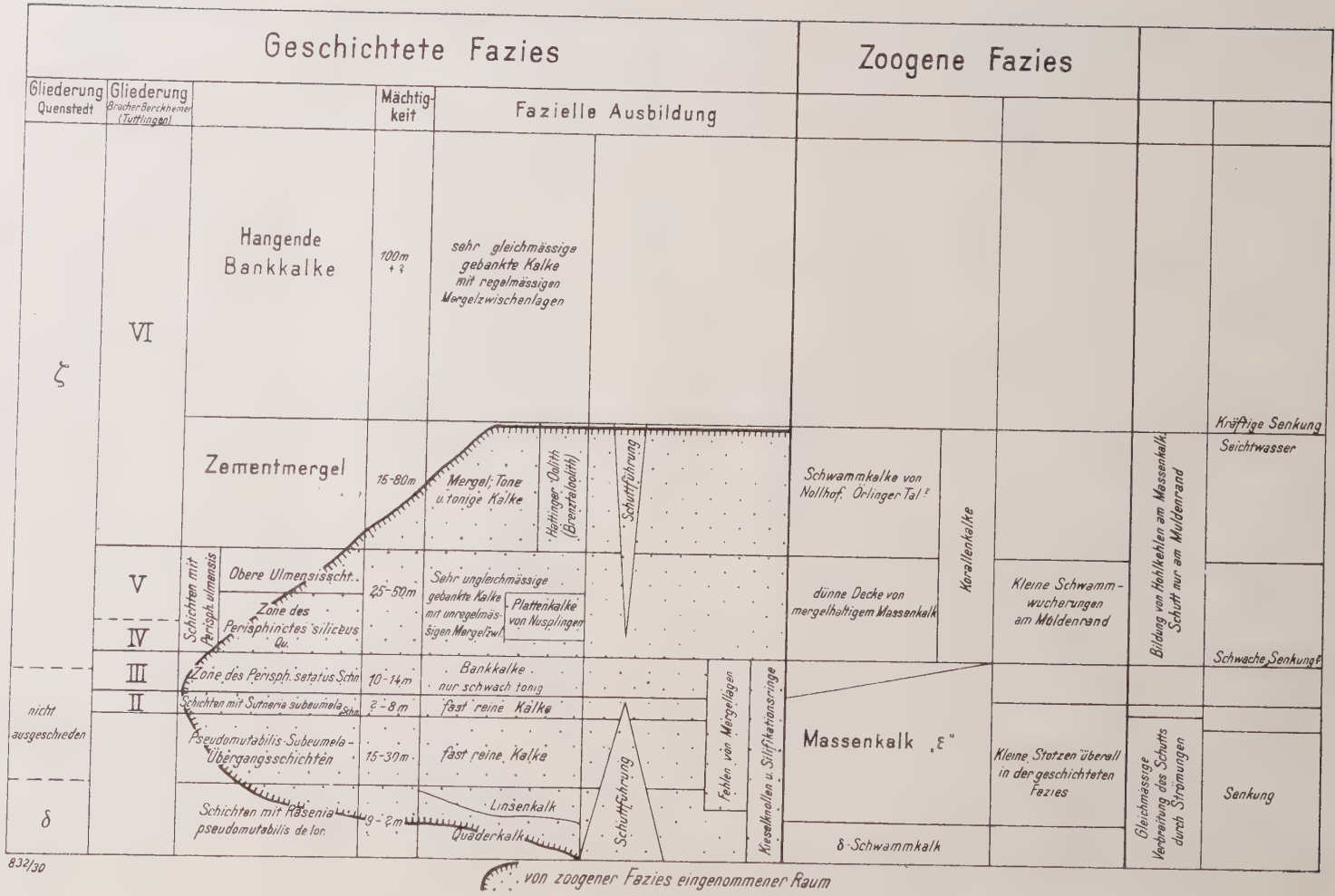
Bei der Besprechung des Oberen Malm im Lauchertgebiet werden, um Unklarheiten zu beseitigen, die Quenstedt'schen Bezeichnungen ε und ζ nicht übernommen, sondern es wird zwischen geschichteter und zoogener (massiger) Fazies unterschieden. Die Bezeichnung δ wird für solche Sedimente beibehalten, in denen Rasenien nachweisbar sind. Die geschichtete Fazies wird eingeteilt in

Hangende Bankkalke
Zementmergel
Ulmensisschichten { obere Ulmensisschichten / Zone des *Perisphinctes siliceus* Qu.
Zone des *Perisphinctes setatus* Schn.
Schichten mit *Sutneria subeumela* Schn.
Pseudomutabilis-Subeumela-Übergangsschichten
δ = Schichten mit *Rasenia pseudomutabilis* de Lor., als Quaderkalk und Linsenkalk.

Bis zur Setatuszone kann der Gliederung von Tuttlingen (H. Fischer) und Grabenstetten (Berckhemer) gefolgt, für den oberen Teil Übereinstimmung mit dem Profil der Baar festgestellt werden. Dieses wird jedoch für die Ulmensisschichten als Spezialfall erkannt und durchweg umbenannt. Es wird paläontologisch unterbaut, nachdem bis auf sehr wenige Ammoniten (Berckhemer 1922) noch kaum Angaben darüber vorlagen. Diese Gliederung kann bis Münsingen bewiesen, für den Rest der Schwäbischen Alb wahrscheinlich gemacht werden. Daraus ergibt sich, daß die Zementmergel keine fazielle Vertretung, sondern eine stratigraphisch durchgehende Einlagerung zwischen den gebankten Kalken sind. Die Plattenkalke von Nusplingen gehören zur Siliceuszone.

Die zoogene Fazies wird eingeteilt in den δ-Schwammkalk, dessen Alter durch die Führung von Mergelschmitzen und Ammonitenfunde sichergestellt ist, und den fast tonfreien Massenkalk, der sich bis zur Setatuszone bildete. Dünnste Decken wieder tonhaltigen Massenkalks sitzen ihm lokal auf, sie werden zu den Ulmensisschichten gestellt; mergelige Schwammkalke (Nollhoffazies) erweisen sich als zoogene Fazies der Zementmergel.

Die zoogene Fazies breitete sich bis zur Wende Subeumelaschichten/Setatuszone kontinuierlich immer weiter aus und wuchs als Schwammbank mit Böschungswinkeln von 10°—20°. Oben schließt der Massenkalk mit einer ebenen Fläche ab, die mit der Erreichung des Wasserspiegels erklärt wird. Dadurch ist die Berechnung absoluter Werte für die Wassertiefe ermöglicht, es kann auf eine wenig weit vor dem Albrand gelegene, SW/NO streichende Küstenlinie geschlossen werden. Die Bildung von Zuckerkorn und Dolomit kann nicht auf primärer Verschiedenheit beruhen, sie hat spät eingesetzt.


Geschichtete Fazies
Zoogene Fazies
Gliederung Quenstedt
Gliederung Bracher Berckhemer (Tuttlingen)
Mächtigkeit
Fazielle Ausbildung
ζ
VI
Hangende Bankkalke
100m +?
sehr gleichmässige gebankte Kalke mit regelmässigen Mergelzwischenlagen
Zementmergel
15-80m
Mergel; Tone u. tonige Kalke
Hattinger Oolith (Grenzoolith)
Schuttführung
Schwammkalke von Nollhof, Örlinger Tal?
Korallenkalke
Kräftige Senkung
Seichtwasser
Bildung von Hohlkehlen am Massenkalk, Schutt nur am Muldenrand
V
IV
Schichten mit Perisph. ulmensis
Obere Ulmensisschicht
Zone des Perisphinctes silicibus Qu.
25-50m
Sehr ungleichmässige gebankte Kalke mit unregelmässigen Mergelzw.
Plattenkalke von Nusplingen
dünne Decke von mergelhaltigem Massenkalk
Kleine Schwammwucherungen am Muldenrand
Schwache Senkung?
III
II
Zone des Perisph. setatus Schn.
10-14m
Bankkalke nur schwach tonig
Schichten mit Sutneria subeumela Schn.
2-8m
fast reine Kalke
Massenkalk „ε"
Kleine Statzen überall in der geschichteten Fazies
Gleichmässige Verbreitung des Schutts durch Strömungen
nicht ausgeschieden
Pseudomutabilis-Subeumela-Übergangsschichten
15-30m
fast reine Kalke
Fehlen von Mergellagen
Kieselknollen u. Silifikationsringe
Schuttführung
Senkung
δ
Schichten mit Kasenia pseudomutabilis de lor.
9-2m
Linsenkalk
Quaderkalk
δ-Schwammkalk
832/30
von zoogener Fazies eingenommener Raum

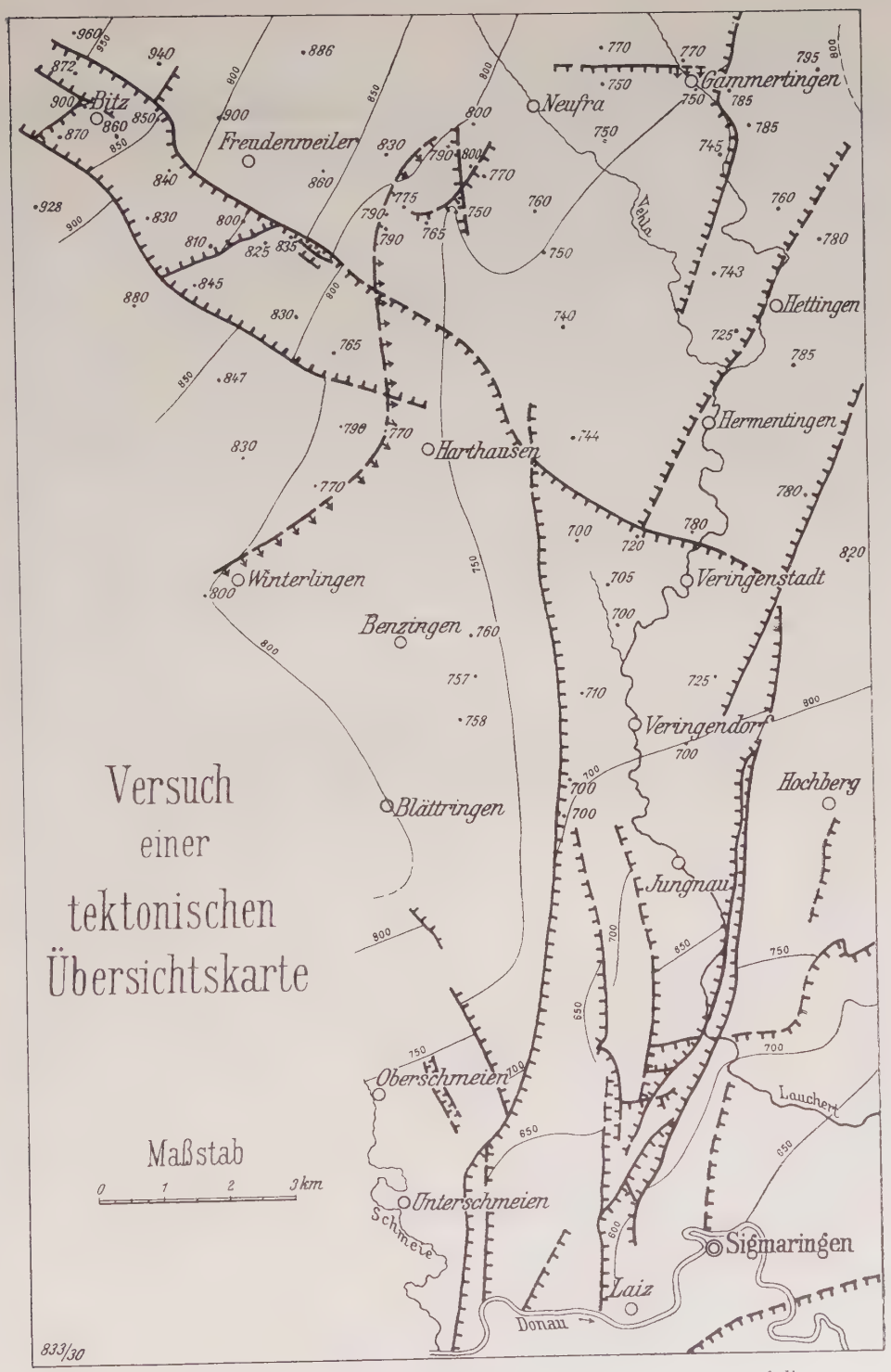


Abb. 21. Versuch einer tektonischen Übersichtskarte. Streichlinien bezogen auf die Obergrenze des Massenkalks.

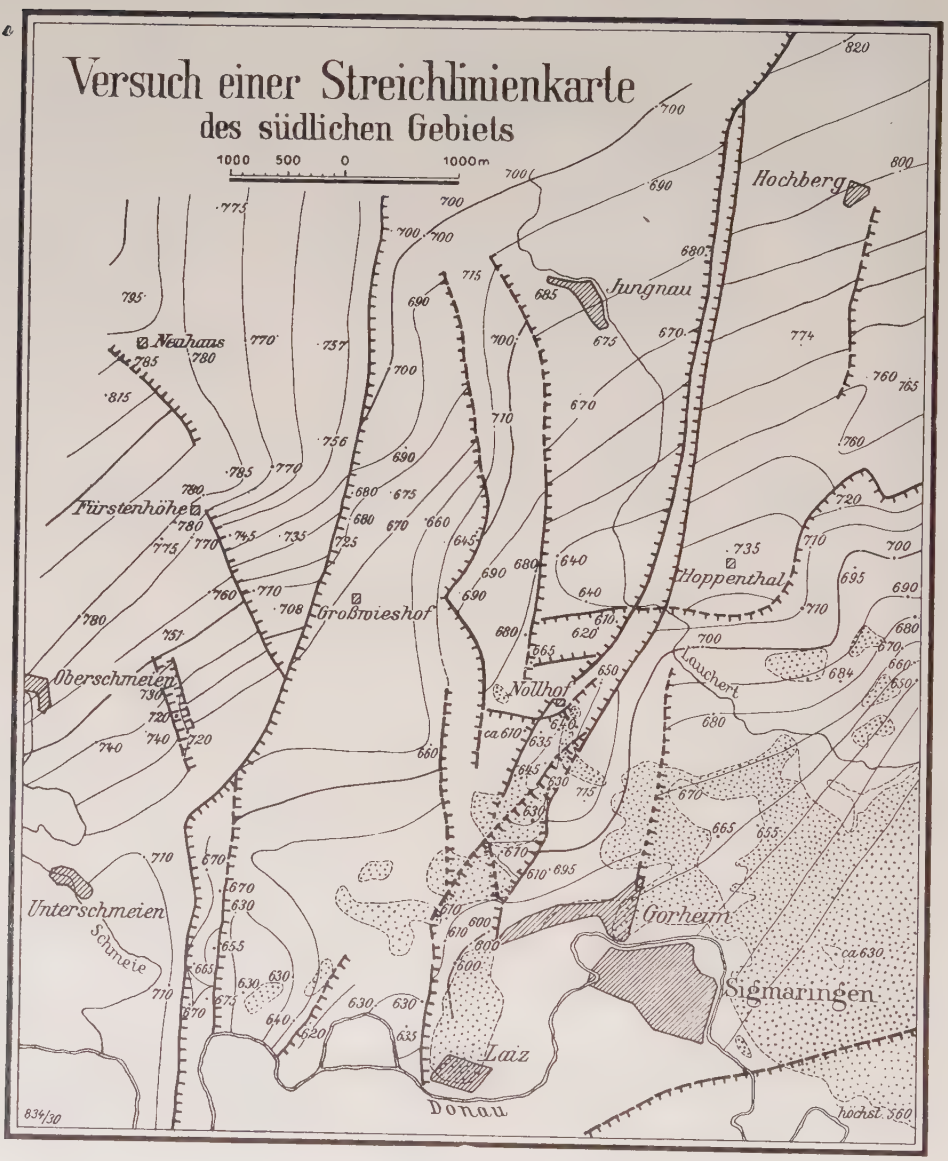


Abb. 22. Versuch einer Streichlinienkarte des südlichen Gebiets.
Streichlinien bezogen auf die Obergrenze des Massenkalks. Punktiert: diluviale Bedeckung.

Durch das Vorauswachsen der zoogenen Fazies entstehen Höhenunterschiede von 70—100 m. Die Reste des unbesiedelten Meeresbodens sind als „Mulden" übriggeblieben. Diese enthalten aber meist an ihrer Basis doch auch eine dünne Massenkalkschicht, da in der Subeumelazone die geschichtete Fazies bis auf verschwindend wenige Stellen unterdrückt wurde. Die Mulden werden nun, ebenso wie kleine Dellen, die „Sekundärmulden", auf der Massenkalkoberfläche, durch Setatuszone, Ulmensisschichten und Zementmergel völlig zugefüllt. Nach oben lassen sich in der geschichteten Fazies Anzeichen von Seichtwasser erkennen. Auch arbeitet die Brandung kräftig an den Spitzen der Massenkalke; der dabei entstehende Schutt wird der geschichteten Fazies randlich eingelagert. Kleine Wucherungen zoogener Fazies haben in der Ulmensiszeit vom Muldenrand aus auf geringe Strecken die geschichteten Sedimente kurz überdeckt. Da die Quaderkalke Anzeichen flacheren Wassers an sich tragen, der Massenkalk aber allermindestens 150 m über ihre Basis emporragt, muß zur Zeit des ∂ eine Senkung von mindestens 50 m stattgefunden haben. Eine starke Senkung muß auch dem Absatz der Hangenden Bankkalke vorangegangen sein, die als nicht von zoogener Fazies unterbrochene Schicht in teilweise großer Mächtigkeit einer ebenen, aus Massenkalk und Zementmergeln bestehenden Fläche aufliegen.

Die beigegebene Tabelle (S. 152) soll das zeitliche Schema wiedergeben. Die gezinkte Kurve innerhalb der Rubrik: „geschichtete Fazies" soll dabei darstellen, in welchem ungefähren r ä u m l i c h e n Verhältnis geschichtete und zoogene Fazies zueinander stehen.

Das untersuchte Gebiet zeigt im NW und im SO ein ziemlich starkes Einfallen nach SO, eine mittlere Partie liegt dazwischen nahezu eben. Bruchtektonik ist in ziemlich kräftigem Ausmaß vorhanden. Der Hohenzollerngraben kann in herzynischer Richtung bis Veringenstadt verfolgt werden, er ist morphologisch ausgeglichen und daher wohl alt. Ein System von stellenweise über 100 m Sprunghöhe überschreitenden Verwerfungen läuft der Lauchert parallel: Lauchertstörungen. Sie sind jung, weil obermiozäne Juranagelfluh durchweg, unterpliozäne Donauschotter teilweise verworfen sind, und morphologisch nicht ausgeglichen. Im SO wird das starke SO-Fallen durch gleichsinnige Verwerfungen unterstützt: Donauabbruch in varistischer Richtung.

Zwei Streichlinienkarten (Abb. 21 und 22) sind auf die Liegendfläche der Hangenden Bankkalke basiert.

Literaturverzeichnis

ACHENBACH, A.: Geognostische Beschreibung der hohenzollerschen Lande. — Z. deutsch. geol. Ges., **8,** S. 331—482, Taf. XIV, Berlin 1856.

ALDINGER, H.: Über die Entstehung der Kalkschiefer des oberen weißen Jura von Nusplingen in Württemberg. — Centralbl. f. Min., Abtlg. B, 1930, S. 257—267, Stuttgart 1930.

AGASSIZ, A.: Description des Echinodermes fossiles de la Suisse. — Neue Denkschr. d. Allg. schweiz. Ges. f. d. ges. Naturw., **3** u. **4,** Taf. I—XIII, XIV—XXIII, Neuchatel 1838 u. 1839.

— Études critiques sur les Mollusques fossiles. Monographie des Myes. — Neuchatel 1840, Tafelband mit 39 Taf., 1842—45.

VON AMMON, L.: Die Juraablagerungen zwischen Regensburg und Passau, München, 4 Taf. u. 1 Profiltab., 1875.

BERCKHEMER, F.: Eine vorläufige Mitteilung über den Aufbau des Weißen Jura in Schwaben. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **69,** S. LXXVI—LXXXII, Stuttgart 1913.

— Der Weiße Jura „Epsilon". — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **75,** S. 19—82, Taf. I u. II, Stuttgart 1919.

— Beschreibung wenig bekannter und neuer Ammonitenformen aus dem oberen Weißen Jura Württembergs. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **78,** S. 68—79, Taf. I, Stuttgart 1922. — (1922 a.)

— Über die Entstehung der Massenkalke des Weißjura ε. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **78,** S. XLII, Stuttgart 1922. — (1922 b).

— Kryptoolith und Stromatolith im Massenkalk des Weißen Jura. — Centralbl. f. Min., S. 15—22, Stuttgart 1923.

— Die im Gebiet des Blattes Heidenheim zutage tretenden Gesteine. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **80,** S. LXXIII—LXXVI, Stuttgart 1924. — (1924 a.)

— Oberer Weißer Jura. — Begl. Worte zur Geogn. Spez. K. von Württemb., Atlasblatt Heidenheim, 2. Aufl., S. 11—30, Stuttgart 1924. — (1924 b.)

— Der obere Weiße Jura in Württemberg. — Z. deutsch. geol. Ges., **78,** Monatsb., S. 170, Stuttgart 1926.

— Exkursion nach der Lochen und Nusplingen. — Palaeont. Z., **11,** S. 191—192, Berlin 1929.

BERCKHEMER, F. & WEPFER, E.: Randecker Hochfläche (Exkursionsbericht). — Z. deutsch. geol. Ges., **78,** Monatsber. S. 239—241, Stuttgart 1926.

BERZ, K.: Die Grundwasserverhältnisse im Versinkungsgebiet der oberen Donau. — Mitteilg. d. Geol. Abtlg. d. Württemb. Stat. L. A., Stuttgart, 7 Taf. u. Übersichtskarte, 1928.

BEURLEN, K.: Die Gattung *Rasenia* im schwäbischen Jura. — Maschinenschriftl. Dissertation, Tübingen 1923.

— Die Gattung *Rasenia* im schwäbischen Jura. — Centralbl. f. Min., 1924, S. 245—252, 281—288, Stuttgart 1924.

— Über Brachyuren- und Anomurenreste des schwäbischen Jura. — N. Jb. Min., Beil. Bd. Abtlg. B **52,** S. 464—523, Stuttgart 1925.

— Stratigraphische Untersuchungen im Weißen Jura Schwabens. — N. Jb. Min., Beil. Bd. Abtlg. B **56,** S. 78—124, 161—229, 2 Tabellenbeil., Stuttgart 1926.

— Die Dekapoden des schwäbischen Jura. — Palaeontogr., **70,** S. 115—278, Taf. VI—VIII, Stuttgart 1928.

Beyrich, von Buch usw.: Reise nach Kelheim, Ingolstadt, Eichstädt, Solnhofen und Pappenheim. — Z. deutsch. geol. Ges., **1,** S. 423—447, Taf. VI, Berlin 1849.

Binder, C.: Geognostisches Profil des Eisenbahn-Einschnittes von Geislingen nach Amstetten. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **14,** S. 79—96, Taf. I, Stuttgart 1858.

Blaschke, F.: Zur Tithonfauna von Stramberg in Mähren. — Ann. d. k. k. naturh. Hofmus. in Wien, **25,** S. 143—222, Taf. I—VI, Wien 1911.

Böhm, G.: Die Bivalven der Schichten mit *Diceras Münsteri* (Diceraskalk) von Kehlheim. — Z. deutsch. geol. Ges, **33,** S. 67—74, Berlin 1881.

— Die Fauna des Kehlheimer Diceraskalks, 2. Abtlg., Bivalven. — Palaeontogr., **28,** S. 141—192, Taf. XXIII—XL, Cassel 1882.

— Die Bivalven der Stramberger Schichten. — Palaeontogr. Suppl. bd. **II, 4,** Taf. LIII—LXX, Cassel 1883.

Böhm & Lorié, J.: Die Fauna des Kehlheimer Diceraskalks, 3. Abtlg., Echinoideen. — Palaeontogr., **31,** S. 193—224, Taf. XVII—XVIII, Cassel 1885.

Borissjak, A.: Die Pelecypoden der Juraablagerungen im europäischen Rußland, I. *Nuculidae.* — Mém. du Com. géol., nouv. sér., **11,** 3 Taf., Leipzig 1904.

Brauns, D.: Der obere Jura im nordwestlichen Deutschland. — Braunschweig, 3 Taf., 1874.

Brösamlen, R.: Beitrag zur Kenntnis der Gastropoden des schwäbischen Jura. — Palaeontogr., **56,** S. 177—371, Taf. XVII—XXII, Stuttgart 1909.

Buvignier, A.: Statistique géologique, minéralogique etc. du département de la Meuse, Paris, mit Atlas von 32 Taf., 1852.

Contejean, C.: Étude de l'Étage Kiméridien dans les environs de Montbéliard. — Mém. de la soc. d'emulation du Doubs, 1859, S. 1—352, Taf. I—XXVII, Paris 1859.

Cotteau, G.: Die Echiniden der Stramberger Schichten. — Palaeontogr. Suppl. bd. **II, 5,** Taf. I—V, Cassel 1884.

Deecke, W.: Palaeontologische Betrachtungen. Über Echinoiden. — Centralbl. f. Min., 1913, S. 498—507, 526—534, Stuttgart 1913.

— Geologie von Baden I. Berlin 1916.

— Der Zusammenhang von Flußlauf und Tektonik, dargestellt an den Flüssen SW-Deutschlands. — Fortschr. d. Geol. u. Palaeontol., **16,** Berlin, Taf. I—II, 1926.

— Über die Juraseeigel. — Palaeobiol., **1,** S. 419—456, Wien u. Leipzig 1928.

— Echinoidea Jurassica. — Foss. Cat. I, **39,** Berlin 1929. — (1929 a.)

— Die Sedimenttrümmer des Alpersbacher Stollens im Höllentale des Schwarzwaldes und ihre Bedeutung für die prämiocäne Gestaltung des Oberrheingebiets. — Bad. Geol. Abh., **1,** S. 3—31, Karlsruhe 1929. — (1929 b.)

Desor, E. & De Loriol, P.: Échinologie hélvetique, Echinides de la Période jurassique. — Wiesbaden u. Paris, mit Atlas von 61 Taf., 1868—72.

Dietrich, W. O.: Älteste Donauschotter auf der Strecke Immendingen—Ulm. — N. Jb. Min., Beil. Bd. **19,** S. 1—39, Taf. I—II, Stuttgart 1904.

— Beitrag zur Kenntnis der säugetierführenden Bohnerzformation in Schwaben. 1. Ein vergessenes, neu erschlossenes Höhlenvorkommen terrestrischen Eocäns auf der Ulmer Alb. — Centralbl. f. Min., 1922, S. 209—224, Stuttgart 1922.

— *Chaetetes polyporus* Qu. aus dem oberen Weißen Jura, eine Kalkalge. — Palaeont. Z., **12,** S. 99—119, Taf. II—IV, Berlin 1930.

Dorn, P.: Geologische Betrachtungen über Kieselknollen des Malm der Erlanger Gegend. — Erlanger Heimatbuch, Bd. **2,** S. 14—20, Erlangen 1924.

— Beiträge zur Geologie des Frankendolomits. — Z. deutsch. geol. Ges., **78,** Abh., S. 134—175, Stuttgart 1926.

— Erläuterungen zu Blatt Gräfenberg der geol. Spezialk. v. Bayern, München, 1 Taf., 1928.

— Geologischer Exkursionsführer durch die Frankenalb, Bd. **2,** Erlangen, Taf. I—VIII, 1929.

Douvillé, H.: Sur quelques Brachiopodes du terrain jurassique. — Bull. de la soc. d. sc. hist. et nat. de l'Yonne, **39,** S. 43—102, Taf. I—IV, Paris 1885.

Dumortier, E. & Fontannes, F.: Description des Ammonites de la Zone à *Ammonites tenuilobatus* de Crussol (Ardèche) et de quelques autres fossiles jurassiques nouveaux ou peu connues.Mém. de l'ac. de Lyon, cl. d. sc., **21,** S. 1—159, Taf. I—XIX, Lyon et Paris 1876.

Ehrenberg, K.: Kolonienbildungen bei Crinoiden. — Verhdlg. d. zool.-bot. Ges. Wien, **74—76,** S. 151—154, Wien 1924/25.

Engel, Th.: Der „Weiße Jura" in Schwaben. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **33,** S. 104—290, Stuttgart 1877.

— Über die Lagerungsverhältnisse des oberen Weißen Jura (Weiß-Jura ε und ζ) in Württemberg. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **49,** S. XXV—XXXIX, Stuttgart 1893.

— Geognostischer Wegweiser durch Württemberg, 3. Aufl., Stuttgart, 6 Taf., 5 Profiltab., 1 Karte, 1908.

Eser: Petrefakten aus dem Krebsscherenkalk von Söflingen bei Ulm. — Jahresh. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb.. **12,** S. 63, Stuttgart 1856.

Favre, E.: Descriptions des fossiles du terrain jurassique de la montagne de Voirons. — Mém. de la soc. pal. suisse, **2,** Genève, Taf. I—VII, 1875.

— La zone à *Ammonites acanthicus* dans les Alpes de la Suisse et de la Savoie. — Mém. de la soc. pal. suisse, **4,** Genève, Taf. I—IX, 1877.

— Description des fossiles des couches tithoniques des Alpes fribourgeoises. — Mém. de la soc. pal. suisse, **6,** Genève, Taf. I—V, 1880.

Fiebelkorn, M.: Die norddeutschen Geschiebe der oberen Juraformation. — Z. deutsch geol. Ges., **45,** S. 378—450, Taf. XII—XXI, Berlin 1893.

Fischer, E.: In welchen Meerestiefen haben sich unsere Juraschichten gebildet? — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **68,** S. CII—CXVII, Stuttgart 1912.

— Geologische Untersuchung des Lochengebiets bei Balingen. — Geol. u. Palaeont. Abh., N. F. **11,** S. 267—336, Taf. XXVI—XXXII, geol. Karte, Jena 1913.

Fischer, H.: Neue Beiträge zur Geologie von Rottweils Umgebung. — Maschinenschr. Diss., Tübingen 1921.

— Neues zur Malmstratigraphie. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **78,** S. LI—LIV, Stuttgart 1922.

Fontannes, F.: Description des Ammonites des calcaires du Chateau de Crussol.-Lyon et Paris, Taf. I—XIII, 1879.

Fraas, E.: Die Asterien des Weißen Jura in Schwaben und Franken, mit Untersuchungen über die Struktur der Echinodermen usw. — Palaeontogr., **32,** S. 227—261, Taf. XXIX—XXX, Stuttgart 1886.

— Die geognostische Profilierung der württembergischen Eisenbahnlinie Reutlingen—Münsingen. — Württemb. Jahrb. f. Statist. u. Landesk., 1893, 1. Heft, S. 301—315, 1 Taf., Stuttgart 1893.

— Geognostische Verhältnisse. — In: Beschreibung des Oberamts Ulm, Bd. 1, S. 274—289, Stuttgart 1897.

— Begleitworte zur Geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Kirchheim, 3. Aufl., Stuttgart 1898.

Fraas, O.: Beiträge zum obersten Weißen Jura in Schwaben. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **11,** S. 77—107, Taf. 2, Stuttgart 1855.

— Die Oolithe im Weißen Jura des Brenzthales. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **13,** S. 104—107, Stuttgart 1857.

— Geognostische Horizonte im Weißen Jura. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **14,** S. 97—114, Stuttgart 1858.

— Über *Diceras* im schwäbischen Jura. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **16,** S. 127, Stuttgart 1860.

— Begleitworte zur Geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Ulm mit Rammingen, Stuttgart 1866.

— Begleitworte zur Geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Heidenheim, 1. Aufl., Stuttgart 1868.

Fraas, O.: Begleitworte zur Geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Giengen, Stuttgart 1869.

— Begleitworte zur Geognostischeu Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Aalen, Stuttgart 1871.

— Geognostische Verhältnisse. — In: Beschreibung des Oberamts Balingen, S. 4—28, Stuttgart 1880.

— Die geognostische Profilierung der württembergischen Eisenbahnlinien, **1,** Stuttgart 1883.

— Begleitworte zur Geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Riedlingen, Stuttgart 1888.

Geiger, P.: Die Nerineen des schwäbischen Jura. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **57,** S. 275—317, Taf. XI, Stuttgart 1901.

Gemmellaro, G.: Studj paleontologici sulla Fauna del calcare a *Terebratula janitor* del nord di Sicilia. — Palermo, P. 1 mit Taf. I—XII, 1868, P. 2 mit Taf. I—XV, 1869, P. 3 mit Taf. I—XIII, 1871.

Gläßner, M.: Crustacea decapoda. — Foss. Cat. I, **41,** Berlin 1929.

Göhringer, A.: Begleitworte zur Geologischen Spezialkarte von Baden, Bl. 169, Lienheim, Heidelberg 1915.

Goldfuss, A.: Petrefacta Germaniae. — Düsseldorf. T. 1, mit Taf. I—LXXI, 1826—1833, T. 2, mit Taf. LXXII—CLV, 1834—1840, T. 3, mit Taf. CLXV—CXCIX, 1841—1844.

Grünvogel, E.: Geologische Untersuchungen auf der Hohenzollernalb. — Diss. Tübingen, Ellwangen, mit geol. Karte, 2 Taf., 1914.

Gümbel, C. W.: Die geognostischen Verhältnisse der fränkischen Alb. — Bavaria, 3. Bd., 9. Buch, S. 1—74, München 1864.

— Die geognostischen Verhältnisse des Ulmer Zementmergels. — Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss., math.-phys. Kl., **1,** S. 38—72, Taf. I, München 1871.

— Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb. Cassel 1891.

— Geologie von Bayern, 2. Bd., Cassel 1894.

Haas, H.: Étude monographique et critique des Brachiopodes rhétiens et jurassiques des Alpes vaudoises — Mém. de la soc. pal. suisse, T. 1: **11,** Taf. I—IV, 1885, T. 2: **14,** S. 68—158, Taf. V—XI, 1887.

— Kritische Beiträge zur Kenntnis der jurassischen Brachiopodenfauna des schweizerischen Juragebirges und seiner angrenzenden Landesteile. — Abh. der Schweiz. Pal. Ges., **16,** Taf. I—II, 1889, **17,** Taf. III—X, 1890, **20,** Taf. XI—XXIII, 1893.

Haizmann, W.: Der Weiße Jura γ und δ in Schwaben. — N. Jahrb. Min., Beil. Bd. **15,** S. 473—561, Taf. XIII—XIV, Stuttgart 1902.

Hennig, E.: Strukturelle und skulpturelle Züge im Antlitz Württembergs. — Erdgesch. u. landesk. Abh. aus Schwaben u. Franken, **2,** Öhringen 1920.

— Geologie von Württemberg nebst Hohenzollern. — Berlin, 9 Taf., 1923.

— Eine junge rheinische Störung in der Schwäbischen Alb. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **82,** S. 64—76, Taf. III, Stuttgart 1926.

— Zur Geschichte des Laucherttals. — Blätter d. schw. Albver., **40,** S. 169–172, Tübingen 1928.

Heim, A.: Geologie der Schweiz. Bd. 1, Leipzig, 31 Taf., 1919.

Herbich, F.: Das Szeklerland mit Berücksichtigung der angrenzenden Landesteile, geologisch und palaeontologisch beschrieben. — Mitteilg. aus dem Jahrb. d. k. ung. geol. Anst., **5,** S. 19—363, 1 Karte u 32 Taf., Budapest 1878.

Kayser, E.: Lehrbuch der allgemeinen Geologie, Bd. 1, 6. Aufl., Stuttgart 1921.

Kolb. R.: Die Kieselspongien des schwäbischen Weißen Jura. — Palaeontogr., **57,** S. 141—257, Taf. XI—XXI, Stuttgart 1910.

Kommerell, H.: Die Geologie der Achalmlandschaft und der St. Johanner Halbinsel. — Jahresb. u. Mitteilg. des Oberrh. geol. Ver., N. F. **15,** S. 19—54, Taf. I. Stuttgart 1926.

Krause, P. G.: Die Dekapoden des norddeutschen Jura. — Z. deutsch. geol. Ges., **43,** S. 171—225, Taf. XI—XIV, Berlin 1891.

Krumbeck, L.: Zur Kenntnis der Tithonrelikten und anderer Restgesteine auf dem Frankenjura und im Regnitzbecken. — Sitzber. der physik.-med. Societät in Erlangen, **54/55,** S. 215—276, Erlangen 1922/23, ausgeg. 1925.

— Bemerkungen zur Entstehung der Solnhofer Schichten. — Centralbl. f. Min., Abtlg. B, 1928, S. 428—434, Stuttgart 1928.

— Einige facielle, petrogenetische und tektonische Beobachtungen im Malm der mittleren Pegnitzalb. — N. Jb. Min., Beil. Bd., Abtlg. B **59,** S. 431—470, Stuttgart 1928.

— Faltung, untermeerische Gleitfaltung und Gleitstauchung im Tithon de Altmühlalb. — N. Jb. Min., Beil. Bd. Abtlg. B **60,** S. 113—166, Taf. VI—XI, Stuttgart 1928.

Lang, R.: Vorbergbildung und Tektonik am Nordrand der Schwäbischen Alb. — Z. deutsch. geol. Ges., Monatsb., **65,** S. 211—223, Stuttgart 1913.

Leuze, J.: Die Citharellenkalke in Schwaben. — N. Jb. Min., Beil. Bd. **46,** S. 268—381, Stuttgart 1921.

De Loriol, P.: Monographie paléontologique de couches de la zone à *Ammonites tenuilobatus* de Baden. — Mém. de la soc. pal. suisse, **3** ff., Taf. I—XXIII, Genève 1876—1878.

— Monographie des Crinoides fossiles de la Suisse. — Mém. de la soc. pal. suisse, **4—6,** Taf. I—XXI, Genève 1877—1879,

— Études sur les mollusques des couches coralligènes de Valfin (Jura). — Mém. de la soc. pal. suisse, **13—15,** Taf A + B, I—XXXVII, Genève 1886—1888.

De Loriol, P. & Cotteau, G.: Monographie paléontologique et géologique de l'Étage portlandien du département de l'Yonne. — Paris, 15 Taf., 1868.

De Loriol, P. & Pellat, E.: Monographie paléontologique des Étages supérieurs de la Formation jurassique des environs de Boulogne-sur-mer. — Mém. de la soc. de physique et d'hist. nat. de Genève, 37 Taf., Paris 1874—1876.

De Loriol, P., Royer, E. & Tombeck, H.: Déscription géologique et paléontologique des Étages supérieurs de la formation jurassique du département de la Haute-Marne. — Paris, 26 Taf, 1872.

von Lösch, K.: Über einige Nautilen des Weißen Jura. — Diss. München, 3 Taf., 1912.

— Die Nautilen des Weißen Jura. — Palaeontogr., **61,** S. 57—146, Taf. X—XV, Stuttgart 1914.

von Meyer, H.: Die Prosoponiden oder Familie der Maskenkrebse. — Palaeontogr., **7,** S. 183—222, Taf. XXIII, Stuttgart 1860.

von Mojsisovics, E.: Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien. — Wien, mit geol. Karte in 6 Bl., 30 Bild. und 110 Holzschn., 1879.

Moos, A.: Schwermetallspuren in Gesteinen der schwäbischen Alb und die Herkunft der tertiären Schwarzwalderze. — Z. f. prakt. Geol., **34,** S. 97—112, Halle 1926.

Möricke, W.: Die Crustaceen der Stramberger Schichten. — Palaeontogr. Suppl. **II, 6,** S. 43—72, Taf. VI, Stuttgart 1889.

Mösch, C.: Geologische Beschreibung des Aargauer Jura und der nördlichen Gebiete des Kantons Zürich. — Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, **4,** 2 Karten, 13 Taf., Bern 1867.

— Der Jura in den Alpen der Ost-Schweiz. — Zürich 1872.

— Der südliche Aargauer Jura und seine Umgebungen. — Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, **10,** 2 Taf., Bern 1874.

— Monographie der Pholadomyen. — Abh. der schweiz. Pal. Ges., 1875, Taf. I—XL, Zürich 1875.

Müller, H.: Der tektonische Bau der Umgebung von Hechingen. — Jahrb. d. k. preuß. Geol. L. A. für 1914, **35,** S. 431—511, Berlin 1915.

Musper, F.: Beitrag zur Deutung der Frage des Aufbaus des oberen Weißen Jura in Schwaben. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **75,** S. 1—18, Stuttgart 1919.

Musper, F.: Der Brenztaloolith, sein Fossilinhalt und seine Deutung. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **76,** S. 1—61, Taf. I–IV, und **77,** S. 1—46, Stuttgart 1920—1921.

Mutschler, O.: Die Gymnospermen des Weißen Jura ζ von Nusplingen. — Jahresb. u. Mitteilg. des Oberrh. geol. Ver., N. F., **16,** S. 25—50, Taf. I, Stuttgart 1927.

Nathan, H.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Möttingen. — N. Jb. Min., Beil. Bd. Abtlg. B, **53,** S. 31–97, Taf. I, Stuttgart 1926.

Neumann, R.: Die Lagerungsverhältnisse des Weißen Jura bei Immendingen. — Mittlg. d. bad. Landesverb. f. Naturk., **233,** S. 249—255, Karlsruhe 1908.

Neumayr, M.: Jurastudien II (Über Tithonarten im fränkischen Jura). — Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst., **20,** S. 556—558, Taf. XXIII, Wien 1870.

— Die Fauna der Schichten mit *Aspidoceras acanthicum.* — Abh. der k. k. geol. Reichsanst., **5,** S. 141—257, Taf. XXXI—XLIII, Wien 1873.

Oppel, A.: Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **13,** S. 141—396, Taf. IV und **14,** S. 129—291, Stuttgart 1857—1858.

— Die Arten der Gattungen *Eryma, Pseudastacus, Magila* und *Etallonia.* — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **17,** S. 355—361, Stuttgart 1861.

— Über jurassische Crustaceen. — Palaeont. Mitteilg. aus dem Mus. d. k. bayr. Staates, **1,** S. 1—120, Taf. I—XXXVIII, Stuttgart 1862.

— Über jurassische Cephalopoden. — Palaeont. Mitteilg. aus dem Mus. d. k. bayr. Staates, **3,** S. 127—266, Taf. XL—LXXIV. Stuttgart 1863.

— Die tithonische Etage. — Z. deutsch. geol. Ges., **17,** S. 535—558, Stuttgart 1865.

D'Orbigny, A.: Prodrome de paléontologie II. — Paris 1850.

Pictet, F.: Mélanges paléontologiques I. — Mém. de la soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève, **17,** S. 3—309, Taf. I—XLIII, Bâle et Genève 1863—1868.

Pompeckj, J. F.: Die Juraablagerungen zwischen Regensburg und Regenstauf. — Geogn. Jahresh., **14,** S. 139—220, München 1901.

— Die Bedeutung des schwäbischen Jura für die Erdgeschichte. — Akad. Antr. Rede Tübingen, Stuttgart 1914.

Pratje, O.: Facettieren von Molluskenschalen. — Pal. Z., **11,** S. 151—169, Berlin 1929.

Quenstedt, F.: Das Flötzgebirge Württembergs. Tübingen 1843.

— Der Jura. — Text u. Atl. mit 100 Taf. — Tübingen 1858.

— Epochen der Natur. — Tübingen 1861.

— Begleitworte zur Geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Göppingen, Stuttgart 1867.

— Begleitworte zur Geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Blaubeuren, Stuttgart 1872.

— Petrefaktenkunde Deutschlands, II. Brachiopoden. — Taf. XXXVII—LXI. Leipzig 1868—1871.

— Petrefaktenkunde Deutschlands, I, 3 Echiniden. — Taf. LXII—LXXXIX, Leipzig 1872—1875.

— Petrefaktenkunde Deutschlands, I, 4. Asteriden und Encriniden. — Taf. XC—CXIV, Leipzig 1874—1876.

— Begleitworte zur Geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Ehingen, Biberach, Laupheim, Ochsenhausen, Stuttgart 1876.

— Begleitworte zur Geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Balingen und Ebingen, Stuttgart 1877.

— Petrefaktenkunde Deutschlands, V, Schwämme. — Taf. CXV—CXLII, Leipzig 1878.

— Petrefaktenkunde Deutschlands, VII, Gasteropoden. — Taf. CLXXXV—CCXVIII, Leipzig 1881—1884.

— Begleitworte zur Geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Tuttlingen, Friedingen, Schwenningen, Stuttgart 1881.

Quenstedt, F.: Handbuch der Petrefaktenkunde. 3. Aufl. — Text u. Atl. mit 100 Taf., Tübingen 1885.

— Die Ammoniten des schwäbischen Jura III. Der Weiße Jura. — S. 817—1140, Taf. XCI—CXXVI, Tübingen 1887—1888.

Rebholz, E.: Kolbinger Steige (Exkursionsbericht). — Z. deutsch. Geol. Ges., Monatsb. **78**, S. 247—249, Stuttgart 1926.

Regelmann, C.: Trigonometrische Höhenbestimmungen für die Atlasblätter Balingen, Ebingen und Horb. — Württemb. Jahrb. f. Statist. u. Landesk., 1875, S. I—XCVIII, Stuttgart 1875.

— Trigonometrische Höhenbestimmungen und Notizen über den Gebirgsbau auf den Atlasblättern Ehingen, Laupheim und Riedlingen. — Württemb. Jahrb. f. Statist. u. Landesk., 1877, V, S. 63—139, Stuttgart 1877.

Regineck, H.: Die pelomorphe Deformation bei den jurassischen Pholadomyen. — Mém. de la soc. pal. suisse, **42**, Taf. I—IV, Genève 1917.

Reich, H.: Stratigraphische und tektonische Studien im Uracher Vulkangebiet. — Diss. Freiburg, 1 Taf., 1915.

Remeš, M.: Beiträge zur Kenntnis der Brachiopoden des Stramberger Tithon. — Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., **49**, S. 213—234, Taf. VII—VIII, Wien 1899.

— Nachträge zur Fauna von Stramberg I. Nesselsdorfer Schichten. — Beitr. z. Geol. u. Pal. Östr.-Ung. u. d. Orients, **14**, S. 195—217, Taf. XVIII—XX, Wien u. Leipzig 1902.

— Nachträge zur Fauna von Stramberg IV. Über Bivalven der Stramberger Schichten. — Beitr. z. Geol. u. Pal. Östr.-Ung. u. d. Orients, **15**, S. 185—219, Taf. XVIII—XXI, Wien u. Leipzig 1903.

Retowski, O.: Die tithonischen Ablagerungen von Theodosia. — Bull. de la Soc. Impér. des Naturalistes de Moscou, 1893, S. 1—92, Taf. I—VI, Moskau 1893.

Reuter, L.: Das Deckgebirge. — Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rh. III., S. 21—49, München 1923.

— Der Weiße Jura. — Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rh. IV., S. 71—92, München 1927.

Rollier, L.: Fossiles nouveaux où peu connues des terrains secondaires de Jura. — Mém. de la soc. pal. suisse, **37—43**, mit Taf. I—XLV, Genève 1911—1918.

— Synopsis des Spirobranches jurassiques celto-souabes. Mém. de la soc. pal. suisse, **41—44**, Genève 1915—1919.

Römer, F. A.: Die Versteinerungen des norddeutschen Oolithengebirges. — Hannover, 16 Taf., 1836.

Rothpletz, A.: Über die Einbettung der Ammoniten in die Solnhofer Schichten. — Abh. d. k. bayr. Ak. d. Wiss., II. Kl., **24**, (1906—1910), S. 313—337, Taf. I—II, München 1909.

Salfeld, H.: Die Gliederung des oberen Jura in Nordwesteuropa von den Schichten mit *Perisphinctes Martelli* Oppel an aufwärts auf Grund von Ammoniten. — N. Jb. Min., Beil. Bd. **37**, S. 125—246, 2 Tab., Stuttgart 1913.

Sauer, A.: Geognostische Beschreibung. — Beschreibung des Oberamts Urach, S. 3—19, Stuttgart 1909.

— Die geologischen Verhältnisse. — Beschreibung des Oberamts Riedlingen, 2. Bearbtg., S. 4—19, Stuttgart 1923.

Schad, J.: Beitrag zur Kenntnis des Rheingletschers und der Talgeschichte der Donau von Sigmaringen bis Ulm. — Jahresb. u. Mitteilg. d. Oberrh. Geol. Ver., N. F. **1**, Heft 2, S. 72—91, Stuttgart 1911.

— Zur Entstehungsgeschichte des oberen Donautals von Tuttlingen bis Scheer. — Jahresb. u. Mitteilg. d. Oberrh. Geol. Ver., N. F. **2**, Heft 1, S. 127—152, Taf. V—VII, Stuttgart 1912.

Schalch, F.: Das Gebiet nördlich vom Rhein (Kanton Schaffhausen, Höhgau und Schienerberg). — Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, **19**, 2. T., S. 1—143, Taf. I—II, Bern 1883.

— Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Baden, Bl. 133, Blumberg, Heidelberg 1908.

Schalch, F.: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Baden, Bl. 145, Wiechs-Schaffhausen, Heidelberg 1916.

— Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Baden, Bl. 158, Jestetten, Schaffhausen, Heidelberg 1921.

— Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Baden, Bl. 157, Grießen, Heidelberg 1922.

Schlosser, M.: Beiträge zur Kenntnis des Kelheimer Diceraskalks. — Palaeontogr., **28,** S. 1—65, Taf. I—VI, Kassel 1881—1882.

— Die Brachiopoden des Kelheimer Diceraskalks. — Palaeontogr., **28,** S. 195—211, Taf. XXV—XXIX, Kassel 1881—1882.

— Beiträge zur Kenntnis der Säugetierhorizonte aus den süddeutschen Bohnerzen. — Geol. u. Pal. Abhandlg., N. F. **5,** S. 117—260, 5 Taf., Jena 1902.

von Schlotheim, E. F.: Die Petrefaktenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkt. — Dazu Atlas mit Taf. XV—XXIX, Gotha 1820.

Schmidt, M.: Über oberen Jura in Pommern. — Diese Abhandlg., N. F. **41,** 10 Taf., 1 Karte, Berlin 1905.

Schmierer, Th.: Das Altersverhältnis der Stufen „Epsilon" und „Zeta" des Weißen Jura. — Z. deutsch. Geol. Ges., **54,** S. 525—607, Berlin 1902.

— Über die stratigraphische Unselbständigkeit der Stufe ε des schwäbischen Weiß-Jura. — Jahrb. d. k. preuß. Geol. L. A. für 1914, **35,** S. 640—643, Berlin 1915.

— Erläuterungen zur Geol. Karte von Preußen, Blatt Hechingen. — Berlin 1925.

— Erläuterungen zur Geol. Karte von Preußen, Blatt Thanheim. — Berlin 1926.

Schnarrenberger, K.: Exkursion in den Jura an der Donau. — Z. deutsch. Geol. Ges., Monatsb. **65,** S. 532—533, Stuttgart 1913.

Schneid, Th.: Geologie der fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg a. D. — Geogn. Jahresh., **27,** S. 59—170, Taf. I—IX, u. **28,** S. 1—61, München 1914—1915.

— Die Ammonitenfauna der obertithonischen Kalke von Neuburg a. D. — Geol. u. Pal. Abhandlg., N. F. **13,** S. 305—416, Taf. XVII—XXIX, Jena 1915.

Schöndorf, F.: Über einige Terebrateln des oberen Jura von Hannover. — Jahresb. d. niedersächs. Geol. Ver., **5,** S. 105—118, Taf. III, Hannover 1912.

Schrammen, A.: Zur Revision der Juraspongien von Süddeutschland. — Jahresb. u. Mitteilg. d. Oberrh. Geol. Ver., N. F. **13.,** S. 125—154, Stuttgart 1924.

Schwertschlager, J.: Altmühltal und Altmühlgebirge. — Eichstätt, Taf. I—VI, 1905.

— Die lithographischen Plattenkalke des obersten Weiß-Jura in Bayern. München 1920.

— Beiträge zur Kenntnis der Bildung und Fauna der lithographischen Schiefer. — Palaeontol. Z., **7,** S. 147—162, Berlin 1926.

Sieberer, K.: Die Pleurotomarien des schwäbischen Jura. — Palaeontogr., **54,** S. 1—68, Taf. I—V, Stuttgart 1907.

Speyer, C.: Die Korallen des Kehlheimer Jura. — Palaeontogr., **59,** S. 193—250, Taf. XXI—XXV, Stuttgart 1913.

Spitz, W.: Exkursion in die Umgebung von Immendingen. — Z. deutsch. Geol. Ges., Monatsb. **65,** S. 526—532, Stuttgart 1913.

Staesche, K.: Die Pectiniden des schwäbischen Jura. — Geol. u. Pal. Abhandlg., N. F. **15,** S. 1—136, Taf I—VI, Stuttgart 1925.

von Straelen, V.: Contribution à l'étude des crustacées décapodes de la période jurassique. — Mém. de la classe de Sciences, Ac. royale de Belgique, (2) **7,** S. 1—462, Taf. I—X, Bruxelles 1925.

Thurmann & Etallon: Lethaea bruntrutana. — Zürich, 100 Taf., 1861—1863.

Toucas, A.: Étude de la Faune des couches tithoniques de l'Ardèche. — Bull. d. l. soc. géol. de France, (III) **18,** S. 560—629, Taf. XIII—XVIII u. Tab., Paris 1890.

Trauth, F.: Aptychenstudien I. — Annal. d. naturh. Mus. in Wien, **41,** S. 171—259 1 Tab., Wien 1927.

Uhlig, V.: Die marinen Reiche des Jura und der Unterkreide. — Mittlg. d. Geol. Ges. in Wien, **4,** S. 329—448, Taf. XIII, Wien 1911.

Vogelgesang & Zittel, K.: Geologische Beschreibung der Umgebungen von Möhringen und Mößkirch. — Beitr. z. Stat. der inn. Verwaltg. d. Großherzt. Baden, **26,** mit Geol. Karte, Carlsruhe 1867.

Waagen, W.: Der Jura in Franken, Schwaben und in der Schweiz. — München, Paris, London 1864.

— Versuch einer allgemeinen Klassifikation der Schichten des oberen Jura. — München 1865.

Waidelich, K.: Etwas über eine Schichtenstörung bei Onstmettingen. — Blätter d. schwäb. Albver., **23,** S. 299—302, Tübingen 1911.

Walther, J.: Untersuchungen über den Bau der Crinoiden, mit besonderer Berücksichtigung der Formen aus dem Solnhofer Schiefer und dem Kelheimer Diceraskalk. — Palaeontogr., **32,** S. 155—200, Taf. XXIII—XXVI, Stuttgart 1886.

— Die Fauna der Solnhofer Plattenkalke, bionomisch betrachtet. — Festschrift für Ernst Häckel, Jenaische Denkschriften, **11,** S. 135—214, Taf. VIII, Jena 1904.

Wanderer, K.: Die Juraablagerungen am Westrand des bayerischen Waldes zwischen Regenstauf und der Bodenwöhrer Bucht. — N. Jahrb. Min., Beil. Bd. **21,** S. 468—539, Taf. XXXI—XXXII, Stuttgart 1906.

Weigelt, J.: Angewandte Geologie und Palaeontologie der Flachseegesteine und das Erzlager von Salzgitter. — Fortschr. d. Geol. u. Pal., **4,** 14 Taf., Berlin 1923.

Weinland, R. & Plieninger, F.: Über die Zusammensetzung des schwarzen Kalkspats von der Pfulb und über den Gehalt von Bohnerzen, Basaltgesteinen und Weißjurakalk an Cu, Zn, Co und Ni. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk in Württemb., **80,** S. 61—82, Stuttgart 1924.

Wepfer, E.: Die Gattung *Oppelia* im süddeutschen Jura. — Palaeont., **59,** S. 1—68, Taf. I—III, Stuttgart 1913.

— Die Auslaugungsdiagenese, ihre Wirkung auf Gestein und Fossilinhalt. — N. Jahrb. Min., Beil. Bd. Abtlg. B **54,** S. 17—94, Taf. II, Stuttgart 1926.

Wolfer, O.: Die Bryozoen des schwäbischen Jura. — Palaeontogr., **60,** S. 115—173, Taf. IV—VIII, Stuttgart 1912.

von Wolff, E.: Die wichtigeren Gesteine Württembergs, deren Verwitterungsprodukte und die daraus entstehenden Ackererden. IV. Der Weiße Jura. — Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemb., **34,** S. 178—256, Stuttgart 1878.

Würtenberger, F., J. & L.: Der Weiße Jura im Klettgau und angrenzendem Randengebirg. — Verh. d. naturw. Ver. in Carlsruhe, **2,** S. 11—68, 1 Taf., Carlsruhe 1866.

— Einige Beobachtungen im Weißen Jura des oberen Donauthales. — N. Jahrb. Min., 1868, S. 540—547, Stuttgart 1868.

Zeuschner, E.: Die Entwicklung der Juraformation im westlichen Polen. — Z. deutsch. Geol. Ges., **16,** S. 573—583, Berlin 1864.

— Beschreibung neuer Arten oder eigentümlich ausgebildeter Versteinerungen. — Z. deutsch. Geol. Ges., **22,** S. 264—270, Taf. V—VII, Berlin 1870.

von Ziethen, H.: Die Versteinerungen Württembergs. — Text u. Atlas mit 72 Taf., Stuttgart 1830.

Zittel, K.: Über geologische Aufnahmen in Baden im Seekreis. — N. Jahrb. Min., 1865, S. 832—835, Stuttgart 1865.

— Die Cephalopoden der Stramberger Schichten. — Pal. Mitteilg. a. d. Mus. d. k. bayr. Staates, **2,** Atl. mit 24 Taf., Stuttgart 1868.

— Die Fauna der älteren cephalopodenführenden Tithonbildungen. — Palaeontogr. Suppl. II, **1** u. **2** Taf. XXV—XXXIX, Cassel 1870.

— Die Gastropoden der Stramberger Schichten. — Palaeontogr., Suppl. II, **3,** Taf. XXXX—LII, Cassel 1873.

— Grundzüge der Palaeontologie, neu bearbeitet von F. Broili, I. Invertebrata, 6. Aufl., München 1924.

Lebenslauf

Geboren bin ich, Artur Alfred Roll, am 5. November 1907 in Altensteig, O. A. Nagold in Württemberg, als Sohn des Oberreallehrers G. Roll und seiner Ehefrau Emma geb. Leibfried. 1913 siedelten meine Eltern nach Tübingen über, wo ich die Elementarschule, dann das Gymnasium besuchte. Im Frühjahr 1925 bestand ich die Reifeprüfung und bezog die Universität Tübingen, um zuerst allgemeine Naturwissenschaften, später speziell Geologie, Mineralogie und Zoologie zu studieren. Ich war bis zum W. S. 1929/30 immatrikuliert, das W. S. 1926/27 brachte ich in München, das W. S. 1927/28 in Berlin, alle anderen Semester in Tübingen zu. Seit 15. April 1930 bin ich als Assistent am Geologischen Institut der Universität Tübingen angestellt.

Tafel 1

Fig. 1. Sekundärmulde in der Siliceuszone, s. S. 102. An der Straße Jungnau—Sigmaringen.

Fig. 2. Grenze Setatus/Siliceuszone, s. S. 28 29, Prof. 4, S. 37/38. Bruch bei Gammertingen, an der Straße nach Feldhausen, 700 m hoch.

Fig. 3. Grube in den Zementmergeln; sichtbar sind einzelne härtere Bänke, s. S. 61/62. Fürstenhöhe bei Oberschmeien.

Fig. 1

Siliceuszone
Setatuszone

Fig. 2

Fig. 3

Tafel 2

Fig. 4. Blick auf Jungnau vom Ghaiberg aus. Nahezu vollständig ausgeräumte Mulde, die also ungefähr das Bild zur Zeit der Setatuszone widergibt. Der Hang hinter dem Ort schließt mit der ebenen Massenkalkfläche ab. Hintergrund durch die Westverwerfung des Lauchertgrabens höhergestellt, s. S. 91.

Fig. 5. Ausfüllung von Löchern im Massenkalk durch Zementmergel am Muldenrand, s. S. 107. Hell gefärbt: Mergel, dunkel: Massenkalk, links reicht der Mergel fast ganz hinauf, in der Mitte und rechts liegt er deutlich unter Massenkalk. Gammertingen, alte Straße nach Neufra.

Fig. 6. Schuttbänke in den Zementmergeln, s. S. 111, Prof. 14. Links und rechts der Apparathülle zwei große Schuttblöcke in der 70 cm-Bank. Bruch am Südausgang von Jungnau an der Römerstraße.

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Tafel 3

Fig. 7. Blick vom Großhohen auf die Mulde vom Freudenweiler. Ebene Fläche von Bankkalken der Siliceuszone gebildet, Massenkalkmuldenrand im Hintergrund mit flacher Böschung ansteigend, s. S. 90.

Fig. 8. Siliceuszone, s. S. 110, Profil 13, S. 128—129. Schwammstotzen über geschichteter Fazies, in der Mitte des Bilds am schärfsten ausgeprägt. Bruch westlich der Wallfahrtskirche Dillstetten-Veringenstadt.

Fig. 9. Mit Ulmensisschichten ausgefüllte Hohlkehle im Massenkalk am Muldenrand, s. S. 106. Donautalstraße beim Bahnhof Inzigkofen.

Fig. 7

Schwamm-
stotzen

Fig. 8

— Oberwand
der Hohlkehle

Fig. 9

Tafel 4

Fig. 10. Bankkalke der Oberen Ulmensisschichten, s. S. 50. Bruch südöstlich vom Friedhof Gammertingen.

Fig. 11. Hangende Bankkalke. Bruch an der Straße Tuttlingen—Neuhausen ob Eck, s. S. 73.

Fig. 12. Anlagerung von Bankkalken der Siliceuszone an Massenkalk, s. S. 101, 109—110. Bruch beim Bahnhof Hanferthal.

Fig. 10

Fig. 11

Fig. 12

Tafel 5

Fig. 13. Flugaufnahme von H. Sting-Tübingen. Stand des Flugzeugs über dem Lauchertknie südlich von Jungnau, Blick nach N. Auf der rechten Bildseite vom Vordergrund in den Hintergrund verlaufend die Kante der Ostverwerfung des Lauchertgrabens, die zwei ebene Massenkalkoberflächen gegeneinander absetzt (s. S. 148).

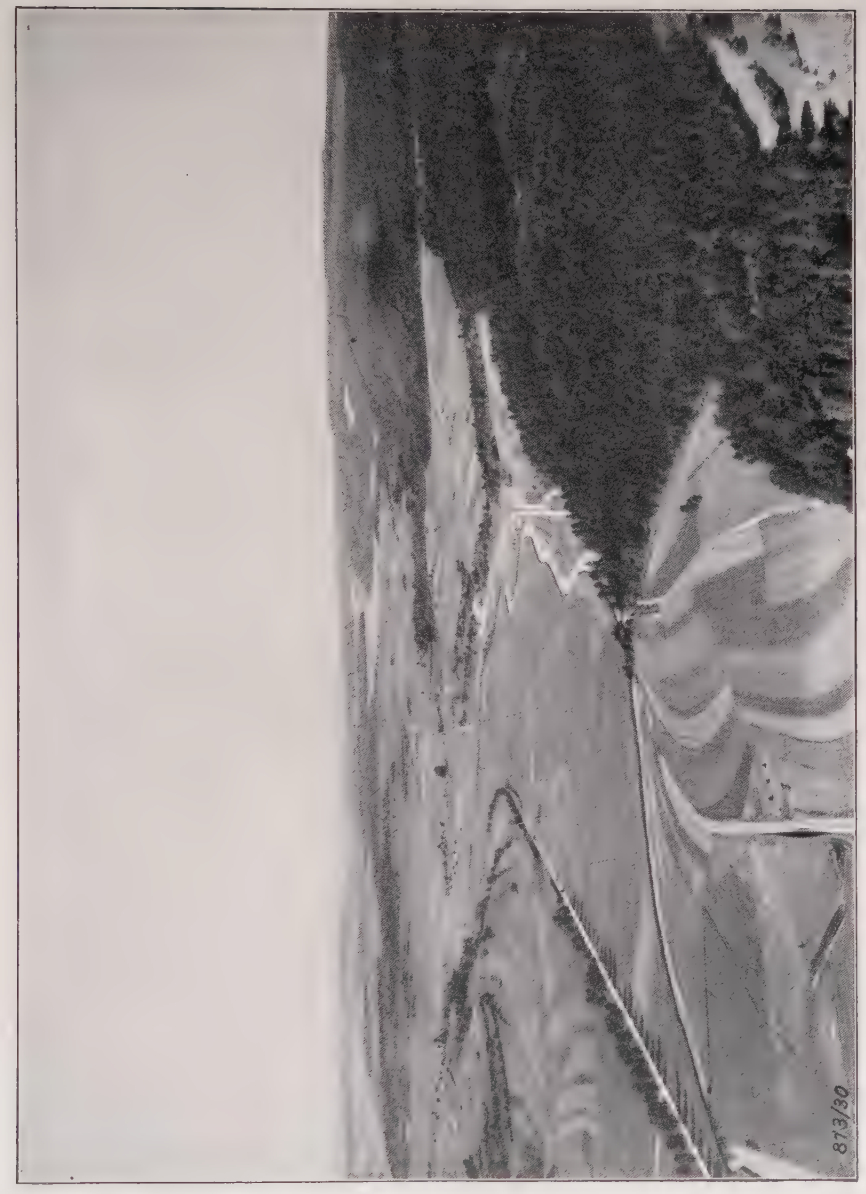


Fig. 13

Tafel 6

Fig. 14. Flugaufnahme von H. Sting-Tübingen. Stand des Flugzeugs etwa über der Tuife südsüdöstlich von Jungnau. Blick nach N. Im Vordergrund Jungnau, links Veringendorf, über Jungnau die ebene Massenkalkoberfläche Ghaiberg—Emmetberg, dahinter die Kante der Ostverwerfung des Lauchertgrabens (s. S. 148). Die in die ebene Massenkalkoberfläche eingesenkte Mulde von Jungnau tritt plastisch heraus (s. Abb. 4).

Fig. 14

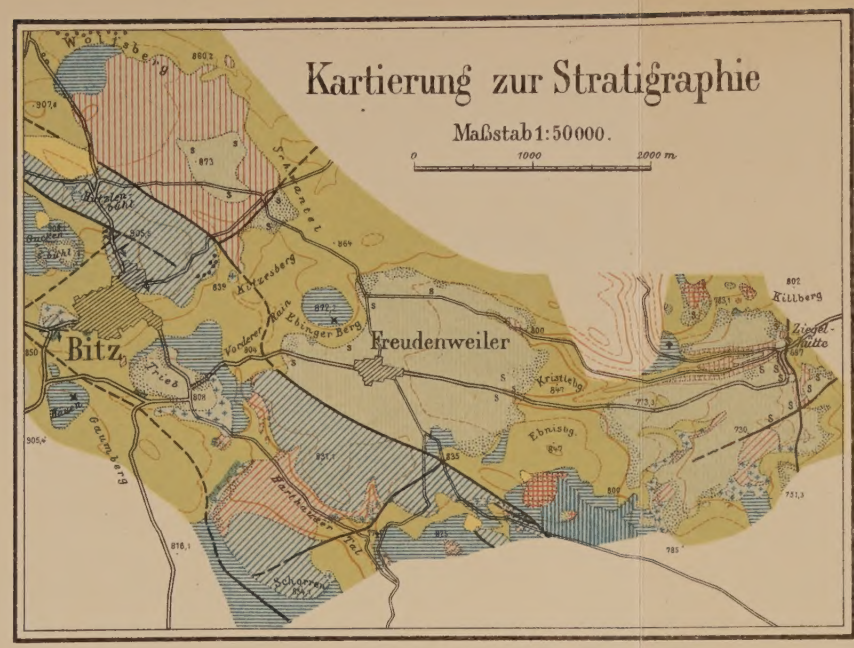
Karte des Lauchertgrabens nördlich Sigmaringen

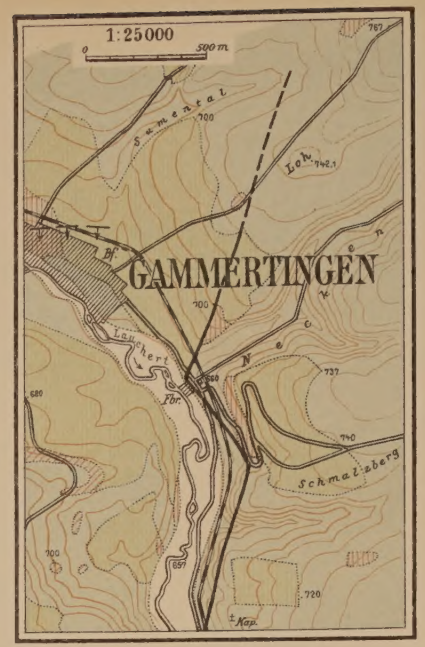
1:50000.

Bearbeitet von Dr. Roll, 1929.

Kartierung zur Stratigraphie

Maßstab 1:50000.





Oberer Malm

- Massenkalk, ungegliedert
- Subeumelaschichten. × Ammonitenfundpunkte.
- Pseudomutabilis-Subeumela-Übergangsschichten. s Linsenkalk des Malm s
- Schwammkalke der Subeumelaschichten.
- Zuckerkorn u. Dolomit, Kieselknollen.
- Dichter Felsenkalk.

- Setaluszone, in Sekundärmulde. + Ammonitenfundpunkte.
- Ulmensisschichten, in Sekundärmulde. S sichere Siliceuszone. Schutt.
- Zementmergel. Schutt.
- Zoogene Facies der Zementmergel, (Nollhoffacies).
- Hangende Bankkalke. Basalkonglomerat.

Tertiär

- Tortonische Juranagelfluh.
- Pliocäne Donauschotter in zusammenhängender Decke,
- in einzelnen Geröllen.

Diluvium

- Moränen u. Fluvioglacial der Rißvereisung, ungegliedert.
- Decken von altem Schutt.
- ? Schotter (Malm) im alten Lauchertlauf.
- Lehm.

Alluvium

- Junge Donauschotter.
- Gehängeschutt von Juranagelfluh über geschichtetem Malm.
- Schuttkegel am Ausgang eines Nebentals.
- Alluvialer Talboden.
- Am Muldenrand diagenetisch veränderte, geschichtete Facies.

- Künstlich aufgeschütteter Boden.
- Verwerfung nachgewiesen, vermutet.
- Einfallen der Schichten.

Durchlichtungsdruck der Preuß. Geolog. Landesanstalt, Berlin

Druck: Grunwald & Casimir, Berlin S 14